

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría Profesional en Cambio Climático y Negociación Ambiental

**La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como herramienta
para contribuir al proceso de adaptación del Cambio Climático en la
Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira**

María Belén Benítez Carranco

Tutora: Angélica Ordoñez Charpentier

Quito, 2018



Cláusula de cesión de Derecho de publicación de tesis

Yo, María Belén Benítez Carranco, autora de la tesis “La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) como herramienta para contribuir al proceso de adaptación del Cambio Climático en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático y Negociación Ambiental en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

14 de diciembre de 2018

Firma: _____

Resumen

Es de conocimiento que las actividades humanas, los factores naturales y el cambio climático están agotando los recursos hídricos disponibles; un claro ejemplo de ellos es la cuenca de estudio ubicada entre Ecuador y Perú. Durante varios años dicha zona se ha visto afectada principalmente por las actividades humanas como la agricultura, minería, industria, crecimiento demográfico, entre otros, ocasionando expansión agrícola, deforestación, erosión del suelo, además de vertimientos de aguas residuales e industrias causando el deterioro de la calidad del agua haciéndola no apta para el consumo humano. La problemática ambiental actual de la cuenca aún se agrava por los efectos que está provocando el cambio climático; como inundaciones, deslizamientos y sequías más frecuentes e intensas. Sin olvidar que en la cuenca especialmente en la parte baja (Chira-Piura Perú) durante años ha padecido los efectos producidos por el Fenómeno del Niño; lo que ha impactado fuertemente en la economía, infraestructura, en la población de la cuenca y en la disponibilidad hídrica. Por esta razón para realizar un análisis de los cambios previstos en el clima se realizó proyecciones de mapas climáticos (multianuales diferenciales) de precipitación, temperatura y balance hídrico utilizando los datos de la Tercera Comunicación Nacional (Ecuador 2017) con los escenarios del Quinto Informe de IPCC RCP 4.5 y RCP 8.5, para el periodo comprendido entre 1981-2050.

Con la problemática planteada, surge la necesidad de tomar acciones de adaptación al cambio climático que sean pertinentes para que el territorio de la cuenca pueda ser resiliente¹. Por lo cual, una medida de adaptación que podría ser aplicada en esta cuenca sería la GIRH a nivel transfronterizo, ya que es un instrumento de gobernanza ambiental que abarca la planificación de cuencas, recolección y metodologías de sistemas de información, la participación de todos los actores de la cuenca y el fomento de mecanismos económicos para realizar la gestión a favor de la protección de esta zona. La aplicación de la GIRH es indispensable ya que evitaría los impactos negativos de las actividades unilaterales y apoyaría a la coordinación de acciones y medidas de adaptación en la cuenca,

¹ “Según Crawford Holling en 1973 menciona que la resiliencia es una forma para comprender las dinámicas no lineales así como los procesos a través de los cuales los ecosistemas se auto-mantienen y persisten frente a perturbaciones y los cambios. Este concepto luego tiene un alto grado de desarrollo ya que impacta en la forma en que las sociedades se comportan para llevar adelante sus actividades y los impactos que estas transformaciones tienen en el acontecer de los sistemas humanos.”(Holling 1973, 1-23).

Este trabajo lo dedico a Dios por haberme dado la vida, la fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer y permitirme culminar esta etapa de desarrollo profesional.

De igual manera dedico, a mi abuela Ligia, aunque ella no se encuentre conmigo sin su apoyo incondicional no hubiera podido lograr este objetivo.

Dedico también a mis padres, en especial a mi madre por ser mi motor por estar siempre en los buenos y malos momentos y por ser una mujer maravillosa. Es el pilar más importante en mi vida; gracias por demostrarme siempre tu cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias.

A mi padre por ayudarme siempre, le agradezco de manera infinita por todo lo que ha hecho. Gracias a ustedes por darme la vida y por ser la mujer que soy ahora.

A mis hermanos por siempre confiar en mí, en mis capacidades y permitirme compartir con ustedes mis logros. A mi pequeña Lulú porque es la luz de mi vida y la niña de mis ojos.

A mi abuelita Amanda y a mi tía Elizabeth por estar siempre a mi lado, por sus consejos, sus experiencias pero por sobre todo estar conmigo en todas las decisiones que he tomado.

A Remi, mi compañero de vida, mi amigo, mi novio gracias por todo este maravilloso tiempo contigo, gracias por tu paciencia, gracias por tus enseñanzas y por ayudarme a crecer como persona y como profesional.

A mis amigos, de manera especial a Stephy por ser única y ser una mujer maravillosa gracias por estar siempre conmigo y su apoyo incondicional.

Agradecimientos

Mi gratitud y eterno reconocimiento a todo el personal docente de mi Universidad y a mis profesores que a través de sus sabias enseñanzas supieron guiarme por buen camino, en especial a mi directora de tesis, Angélica Ordóñez Charpentier, por apoyarme y guiarme en la elaboración de esta tesis, que con mucha paciencia y dedicación, fue la mejor de mis apoyos en esta institución.

Agradezco a la Secretaría del Agua de manera especial a la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo sin el aporte de sus conocimientos no hubiera culminando esta etapa, y en Planta Central al Ing. Wellington Bastidas, Ing. Darwin Rosero, Ing. Gabriela Carrera, Ing. Daniel Borja e Ing. Miguel Arteaga que gracias a su colaboración, constancia, perseverancia y paciencia me ayudaron a realizar esta tesis.

Agradezco a la Autoridad Única del Agua (ANA, Perú), por haber contribuido con información para concluir esta tesis.

Tabla de contenidos

Abreviaturas.....	15
Introducción.....	17
Capítulo primero Estudio del cambio climático y la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira	23
1.Cambio climático en el mundo.....	23
1.1 Cambio climático, se agota el tiempo	23
1.2 Manifestaciones del cambio climático: el clima está cambiando y se evidencian los impactos.....	25
2. Cambio climático: IPCC, quinto informe de evaluación (AR5).....	28
2.1 Importancia del quinto informe de evaluación.....	28
2.2 Escenarios Climáticos: trayectorias de concentración representativas (RCP).....	29
3. Adaptación del cambio climático	31
3.1 Adaptación al cambio climático en los recursos hídricos	31
3.2 Adaptación al cambio climático en cuencas transfronterizas.....	32
4. Aportes legislativos de cambio climático vinculados a la adaptación en Ecuador y Perú	34
4.1 Marco normativo vigente Ecuador	34
4.2 Marco normativo vigente Perú.....	38
5. Gestión integral del recurso hídrico (GIRH)	42
5.1 ¿Qué es la gestión integral del recurso hídrico?.....	42
5.1.1 La GIRH: de la teoría a la práctica.....	45
5.2 Gestión integrada del recurso hídrico en América Latina	53
6. Aplicación de la GIRH en Ecuador y Perú	55
6.1 Gestión integrada del recurso hídrico en Ecuador	55
6.2 Gestión integrada del recurso hídrico en Perú	59
6.3. Gestión integral del recurso hídrico a nivel transfronterizo	63
7. Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira	63

Capítulo Segundo Desafíos ambientales y del cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira una llamada para la GIRH	69
1. Problemática ambiental y cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo -Chira.....	69
2. Proyecciones de mapas climáticos de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	79
Capítulo Tercero Gestión integrada del recurso hídrico y adaptación al cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	105
1. La GIRH como medida de adaptación al Cambio Climático en la Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	105
1.1 Planificación estratégica en cuencas transfronterizas	106
1.2 Participación de actores en cuencas hidrográficas transfronterizas	114
1.3 Sistemas de información y monitoreo transfronterizo	118
1.4 Financiamiento de Organismos de Cuencas Transfronterizas.....	122
2. Apreciaciones de la GIRH de los actores de la cuenca transfronteriza Catamayo Chira.....	127
3. ¿Cómo la GIRH ayuda a la adaptación? En la cuenca transfronteriza Catamayo Chira.....	132
Conclusiones.....	135
Bibliografía.....	139
Anexos.....	153
Anexo 1 Escenarios de las trayectorias de concentración representativa (RCP)	153
Anexo 2 Definición de las proyecciones de mapas climáticos de la cuenca transfronteriza Catamayo Chira	154
Anexo 3 Mapas climáticos cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	159
Anexo 4 Matriz de encuestas cualitativas sobre la GIRH en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.....	179

Lista de Mapas

Mapa 1: Mapa de Ubicación Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira.....	67
Mapa 2: Localización Embalse Poechos	78

Mapa 3: Precipitación Histórica (1981-2005)	82
Mapa 4: Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica	83
Mapa 5: Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5, para el periodo 2011-2050	83
Mapa 6: Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica	85
Mapa 7: Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050	85
Mapa 8: Temperatura histórica (1981-2005).....	87
Mapa 9: Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica	88
Mapa 10: Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050	88
Mapa 11: Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica	90
Mapa 12: Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050	90
Mapa 13: Balance Hídrico Histórico (1981-2005)	92
Mapa 14: Balance Hídrico Periodo Uso y Cobertura del Suelo Histórico (1981-2005)	93
Mapa 15: Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico	95
Mapa 16: Balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el período 2011-2050	95
Mapa 17: Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico Uso Cobertura de Suelo	97
Mapa 18: Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 Uso Cobertura de Suelo	97
Mapa 19: Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico.....	99
Mapa 20 Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050	99
Mapa 21: Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico Uso Cobertura de Suelo	101

Mapa 22: Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 Uso Cubertura de Suelo	101
--	-----

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Cambios estimados en las temperaturas medias globales para los distintos escenarios de emisión	30
Gráfico 2: Riesgos globales bajo niveles crecientes de cambio climático	31
Gráfico 3: Distribución de las cargas de coliformes fecales según la fuente para 2010 para América Latina, Asia y África.....	54
Gráfico 4: Distribución de la precipitación durante el período lluvioso comprendido entre los meses de septiembre a mayo de la cuenca baja de estudio (Chira-Piura).....	71

Lista de Tablas

Tabla 1: Principios de Dublín.....	45
Tabla 2: Legislaciones y los actores involucrados en la GIRH en Ecuador.....	57
Tabla 3: Legislaciones y los actores involucrados en la GIRH en Perú.....	60
Tabla 4: Gestión Integral del Recurso Hídrico a Nivel Transfronterizo	63
Tabla 5: Proyecciones de mapas climáticos cuenca transfronteriza Catamayo-Chira ...	80
Tabla 6: Participación de actores en cuencas transfronterizas	115
Tabla 7: Sistemas de información y monitoreo transfronterizo	119

Abreviaturas

AAA: Autoridad Administrativa de Aguas (Perú)

ADT: Análisis de Diagnóstico Transfronterizo

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional

ALA: Administración Local de Agua (Perú)

ANA: Autoridad Nacional del Agua (Perú)

ARCA: Agencia de Regulación y Control del Recursos Hídricos (Ecuador)

ARCOM: Agencia de Regulación y Control Minero

AR5: Quinto Informe de Evaluación

ATDR: Administrador Técnico de Distrito de Riego (Perú)

CAC: Centros de Atención al Ciudadano (Ecuador)

CE: Caudal Ecológico

CEPLAN Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

CIAMA: Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente

CIIFEN: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de Niño

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

CNCC: Comisión Nacional de Cambio Climático

CNUMAD: Medio Ambiente y el Desarrollo

COA: Código Orgánico Ambiental (Ecuador)

COP: Conferencia de las Partes

COSUDE: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación

DH: Demarcación Hidrográfica (Ecuador)

DHPC: Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo (Ecuador)

ENAS: Estrategia Nacional de Agua y Saneamiento (Ecuador)

ENCA: Estrategia Nacional de Calidad de Agua (Ecuador)

ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático (Ecuador)

ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático (Perú)

EPA: Empresa Pública del Agua (Ecuador)

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado (Ecuador)

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GIRH: Gestión Integrada del Recurso Hídrico

GIRHT: Gestión Integrada del Recurso Hídrico Transfronteriza

GTB: Grupo Técnico Binacional

GVT: Gradiente vertical de temperatura

IAM: Modelización de Evaluación Integrada

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Ecuador)

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

LORHUyA: Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua (Ecuador)

LRH: Ley de Recursos Hídricos (Perú)

MAE: Ministerio del Ambiente (Ecuador)

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería (Ecuador)

MSP: Ministerio de Salud (Ecuador)

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego (Perú)

MINAM: Ministerio del Ambiente de Perú

MINEM: Ministerio de Energía y Minas (Perú)

MINSa: Ministerio de Salud del Perú

MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NAP: Plan Nacional de Adaptación (Perú)

OMM: Organización Meteorológica Mundial

ONU: Organización de las Naciones Unidas

PACC: Proyecto de Adaptación al Cambio Climático (Ecuador)

PACC: Programa de Adaptación al Cambio Climático (Perú)

PAE: Plan Acción Estratégica

PDOT: Planes de Ordenamiento Territorial (Ecuador)

PNACC: Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Perú)

PNCC: Plan Nacional de Cambio Climático (Ecuador)

POMD: Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca

PRAA: Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (Perú)

RPA: Registro Público del Agua (Ecuador)

PPM [ppm]: partes por millón

RCP: Vías de Concentración representativas

TCN: Tercera Comunicación Nacional (Ecuador)

TCN: Tercera Comunicación Nacional (Perú)

SCC: Subsecretaría de Cambio Climático (Ecuador)

SENAGUA: Secretaría del Agua (Ecuador)

SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú

SNGRH: Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (Perú)

SNIRH Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos

SGR: Secretaría de Gestión de Riesgos (Ecuador) (Perú)

UNECE: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

UNEP: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UPHL: Unidades de Planificación Hídrica Local (Ecuador)

Introducción

Me apena muchísimo ver que esa ciudad
a la que he tenido siempre tanto cariño
está hoy día invadida por las aguas; y que
incluso en la Plaza de Armas de Piura,
frente a la Catedral, la gente circula con
el agua hasta la cintura y hasta los
hombros; confío en la resiliencia de la
población de Chira-Piura para salir
adelante tras este desastre natural que ha
dejado miles de damnificados
(Vargas Llosa 2017, 1).

El Fenómeno del Niño (FEN) de 2017 fue uno de los eventos más graves en la historia de Piura. Según el reporte oficial del Instituto Nacional de Defensa Civil menciona que dicho evento dejó 427.693 personas afectadas y 20 personas fallecidas (INDECI 2018, 3). Aunque ha tenido su mayor impacto en el sistema Chira Piura, conectado con la cuenca Catamayo Chira, este evento llamó una vez más la atención del Perú y del Ecuador sobre la potencia de los eventos climáticos y los impactos producidos. Es hoy en día difícil estimar la importancia del cambio climático sobre la frecuencia del FEN, pero no descarta la necesidad de prepararse y establecer sistemas de gestión del riesgo para responder a eventos extremos en ambos lados de la frontera (sequías e inundaciones), reforzando la resiliencia del territorio de la cuenca.

La contribución del agua al desarrollo social y económico de los países es indispensable; esto se debe a que es un recurso esencial para la vida, la producción de alimentos, la industria, la generación de electricidad, el desarrollo turístico, entre otros (Astorga, 2013, 3).

A nivel mundial el uso del agua acrecienta, en función del crecimiento de la población, el desarrollo económico y los patrones de consumo cambiantes, entre otros, lo que a su vez está causando contaminación y el derroche de este recurso afectado a la calidad y cantidad del agua (y, por lo tanto, el agua potable disponible) (Indij y Schreider 2011,10). Desde la década de los 90, la contaminación del agua ha empeorado en casi todos los ríos de América Latina, África y Asia (Organización de las Naciones Unidas 2018, 3). Se presume que el deterioro de la calidad del agua aumentará en las próximas décadas y ello incrementará las amenazas a la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible (Organización de las Naciones Unidas 2018, 4).

El cambio climático es uno de los factores que agrava la problemática en la afectación de este recurso, ya que existe una fuerte incidencia sobre la disponibilidad de agua, afectando así a los ecosistemas y la agricultura. Conforme va transcurriendo el tiempo, se observarían cambios en la calidad del agua de los ríos y, con mayor intensidad, en los lagos, humedales y ecosistemas costeros (IPCC 2008,4). Es de esperarse que los cambios en el ciclo hidrológico produzcan a su vez alteraciones de consideración en los ecosistemas y en la salud del ser humano (EC Ministerio del Ambiente 2015, párr. 1).

Asimismo, la problemática de disponibilidad de agua (causada por debilidades en la administración y prestación del servicio relacionado con dificultades económicas y técnicas), ha conllevado a desafíos de “gobernabilidad³” y “gobernanza” ambiental⁴”, por lo que generado la dificultad en la aplicación efectiva de los de los marcos legales y regulatorios (Astorga 2013, 20). Si bien muchos países cuentan con normativa específica en recursos hídricos e instituciones *ad hoc*, la eficiencia global y la sostenibilidad financiera y ambiental siguen estando pendientes (Astorga 2013, 20).

Se estima que para el año 2025, más de 3 mil millones de personas sufrirán a causa de la escasez de agua, pero esto no se debe a que al mundo le falte agua, es el resultado de la gestión deficiente de los recursos hídricos lo que ha generado la crisis mundial del agua, vista como la falta de suficientes recursos hídricos para satisfacer las demandas de consumo de agua en una región. (crisis de gobernabilidad) (Indij y Schreider 2011,18). Asimismo, ciertos autores mencionan que según las proyecciones de los modelos climáticos, disminuirá la cantidad de agua disponible en los ríos y en los acuíferos, afectando negativamente a la cobertura de la demanda de abastecimiento de los procesos ecológicos y de las necesidades humanas (Maspla 2014, 30).

El documento denominado “Quinto Informe de Evaluación del IPCC: ¿Qué implica para Latinoamérica?”, realiza un análisis en el cual identifica que, uno de los problemas producidos por el cambio climático que se podrá evidenciar será la

³ “La gobernabilidad puede ser entendida como la situación en la que concurren un conjunto de condiciones favorables para la acción del gobierno, que se sitúan en su contorno o son intrínsecas a éste. Este concepto se enmarca en el ámbito de “la capacidad de gobierno”. Éste se da siempre en un ámbito social tal en el que se registran demandas de los ciudadanos que son procesadas en menor o mayor medida por el sistema político” (Alcántara 2009, 2).

⁴ “Se puede definir como a Gobernanza ambiental a los cambios realizados entre el gobierno y la sociedad, así como la innovación de nuevas formas de coordinación entre el gobierno con las organizaciones privadas y sociales para implementar políticas y prestación de servicios relacionados al agua en este caso de estudio. A través del Convenio de Aarhus, la participación ciudadana ha sido definida como una herramienta clave de la gestión integral ambiental, promoviendo el acceso a la información, participación del público en la toma de decisiones y acceso a la justicia en materia de ambiente; además orienta a regular los derechos de participación ciudadana” (Roqueñ y Ortiz 2010,12-20).

disponibilidad de agua, los deslizamientos de tierra y las inundaciones, ya que constituyen uno de los riesgos más altos (Carabine y Lemma 2014, 12). El cambio climático es real, está ocurriendo ahora y los seres humanos son los responsables de gran parte de estos cambios. Por este motivo el “Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5)” deja en claro que una rápida reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero ayudaría al mundo a evitar los efectos más graves del cambio climático (IPCC 2013,72).

Por esta razón, América Latina en especial Ecuador y Perú por poseer nueve cuencas Transfronterizas (Catamayo-Chira, Puyango-Tumbes, Zarumilla, Mayo-Chinchipe, Cunambo –Tigre, Pastaza, Napo, Morona, Santiago) se enfrenta a un gran reto de reducir la vulnerabilidad⁵ y generar políticas de respuesta de adaptación al cambio climático que sean efectivas en el ámbito nacional y que sean convergentes con las estrategias que se desarrollaran nivel transfronterizo (Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las 9 Cuencas Transfronterizas entre Ecuador y Perú, cooperación internacional). Los actores encargados del diseño, gestión y evaluación de las políticas públicas relacionadas con el cambio climático y el manejo de recursos hídricos en estos países requieren de una experiencia y conocimiento científico técnico disponible que les permita analizar los posibles escenarios futuros y desarrollar estrategias de adaptación anticipatoria. Es decir el cambio climático y gestión de recursos hídricos llaman a la coordinación de generar políticas públicas nacionales (Ryan y Gorfinkiel 2016, 1-20).

La cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira ubicada en la zona fronteriza entre Perú y Ecuador por varios años (1982 -1983, 1997 -1998, 2016-2017) ha enfrentado frecuentes fenómenos extremos como inundaciones, sequías, deslizamientos de masa y las lluvias intensas (patrones de precipitación están siendo modificados), sin olvidar el Fenómeno del Niño que se vuelve más constante y devastador (EC SENAGUA, DHPC 2016,1-40). Por este motivo, el principal desafío en la Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) es el alto nivel de incertidumbre en cuanto al impacto futuro del cambio climático en una zona que ya está sujeta a riegos, lo cual dificulta la planificación de la gestión del agua, la gobernanza, la economía, los sistemas de información y subraya la necesidad de desarrollar capacidades que permitan adaptarse a lo inesperado. Una gestión

⁵ “Según Wilches-Chaux G., 1988 define a la vulnerabilidad como la incapacidad de una comunidad para “absorber” mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente. Inflexibilidad ante el cambio. Incapacidad de adaptarse al cambio que, para la comunidad, constituye por las razones expuestas, un riesgo” (Wilches 1988, 2).

eficiente del recurso hídrico se vuelve una herramienta indispensable en la zona de estudio para adaptarse al cambio climático (De la Torre 2014, 2-10).

Por este motivo, es necesario realizar un diagnóstico climático en la cuenca el cual manifestaría las variaciones de clima presente y futuro dentro de la zona de estudio. Ya que el suministro de alimentos y los recursos hídricos podrían ser afectados. La población de la cuenca, así como la infraestructura necesaria para sostenerlos, estarían cada vez más en riesgo; la salud y el bienestar humano se verían impactados, así como los ecosistemas naturales. Es por eso que se hace un llamado a la resiliencia del territorio (EC SENAGUA, DHPC 2016,40-80).

La Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) de manera general hace del agua una oportunidad transversal de integración, si consideramos que las cuencas hidrográficas no responden a la división político-administrativa de los países. En este caso la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira es el “desafío de la frontera”. Aunque el agua fluye según una lógica natural, los entes de gestión se desarrollan sobre marcos legales y regulatorios diferentes de acuerdo a la percepción de cada país. Hasta conceptos denominados de la misma forma pueden revelar definiciones distintas. Este es el caso de la GIRH a nivel Transfronterizo, la cual, como veremos a continuación, trata de coordinar los intereses de los gestores públicos y usuarios/actores de la cuenca vista más allá de las fronteras administrativas, para preservar los recursos de una forma sostenible, integrando la posibilidad para cada uno de participar o estar representado en una planificación conjunta.

Mientras ambos contextos jurídicos se gestionan de manera diferente, podremos estudiar su armonización desde sus pilares. Como la gobernanza ambiental, la integración de los actores, la información disponible, la planificación, la participación de parte y parte de la frontera (conformación del Consejo de Recursos Hídricos por Cuenca Chira-Piura en Perú y los Consejos de Cuenca en la cuenca Catamayo en Ecuador), y los entes de cooperación fronteriza existentes o en construcción (Acuerdo para la Creación de la Comisión Binacional sobre las nueve cuencas fronterizas, compromiso presidencial común, Protocolo Binacional sobre la calidad del agua).

Asimismo, empezando por el nombre de la cuenca (Chira en Perú, Catamayo en Ecuador), existen percepciones culturales diferentes sobre los recursos hídricos. Por esta razón es necesario estudiar la ejecución de mecanismos y herramientas que fomenten un involucramiento e institucionalidad entre gobiernos centrales, locales, políticos y tomadores de decisiones de cada país. Sobre la estructura actual de gestión del agua y sus

efectos sobre el mal uso y manejo del recurso; aún más cuando las concepciones entre países son a veces opuestas y los efectos e impactos del cambio climáticos son más intensos.

Con tales antecedentes propongo trabajar aquí con la hipótesis de estudio siguiente: *la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) es una herramienta para contribuir al proceso de adaptación del Cambio Climático en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira.*

Los análisis desarrollados en el presente estudios pretenden examinar en qué medida esta afirmación es verificada en el caso de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. Para ello, seguiremos un plan de tres capítulos. El primero estudiará el Cambio Climático y la GIRH, (incluido sus pilares) como conceptos, asimismo se señalará los marcos regulatorios de cambio climático y de gestión hídrica en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira (Ecuador-Perú).

El segundo capítulo analizará los retos de la cuenca y la oportunidad para implementar la GIRH. En particular se estudiarán los desafíos ambientales enfrentados por la cuenca en la actualidad y mediante la información de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Ecuador (2017) se elaborarán las proyecciones de mapas climáticos (multianuales) utilizando los escenarios escogidos RCP 4.5 y RCP 8.5 del IPCC de las variables previstas de precipitación, temperatura y balance hídrico para el periodo comprendido entre 1981-2050 producido por el cambio climático.

El tercer capítulo se enfocará la GIRH como herramienta de adaptación en la cuenca frente a tales problemáticas en el contexto de cambio climático. Más que principios legales o institucionales, esta parte tratará de analizar la realidad de la implementación de GIRH en la cuenca. Varios pilares de la GIRH estarán analizados en este sentido, y aplicados al caso de la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira como la gobernanza ambiental y la participación de los actores, los sistemas de información sobre el agua, la planificación y el financiamiento.

La presente tesis de maestría siguió la metodología siguiente para su elaboración: una revisión bibliográfica de conceptos como cambio climático, adaptación, gestión integral de recurso hídrico (GIRH); asimismo se analizó los marcos regulatorios de cambio climático y de la gestión de agua presentes cada país y se realizó un estudio bibliográfico de la cuenca de estudio.

De igual modo se revisó bibliografía de los retos y desafíos que posee la cuenca como son los eventos extremos (FEN) que han ocurrido en el tiempo, a través de los

diagnósticos disponibles (POMD, Eco Cuencas, información disponible de ANA y SENAGUA). Permitiendo establecer un primer conocimiento de los problemas antropogénicos a causa de las actividades humanas dentro de Cuenca Transfronteriza Catamayo- Chira.

Adicionalmente se elaboraron mapas de las proyecciones climáticas disponibles de temperatura, precipitación y balance hídrico de la cuenca para el periodo comprendido 1981-2050. Para la elaboración de estos mapas, se seleccionó los escenarios del Quinto Informe del IPCC (AR5), RCP 4.5 y RCP 8.5 debido a la realidad que enfrenta la gestión hídrica y ambiental de la cuenca por parte de las autoridades competentes en cada país y a los impactos del cambio climático que han afrontado durante varios años.

A tal efecto, se utilizó los datos de la TCN de Ecuador de los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 que fueron realizados con la reducción de escala dinámica como se indica en el Anexo 2. Al igual que en la TCN para esta investigación se tomó como base los datos de los años 1981-2005 (25 años) (se tomó este ciclo de línea base, ya que este periodo se contó con la mayor cantidad de estaciones con datos confiables y completos en al menos el 85% de información; y porque este periodo es el común entre el de las observaciones y el de los datos de los modelos globales) (Armenta, Villa y Jácome 2016,13). Como años proyectados se seleccionó los años 2011-2050 (40 años) (generar menos incertidumbre), cabe indicar que los datos de los modelos trabajados en la TCN de Ecuador abarcaron todo el territorio ecuatoriano y parte norte del territorio peruano (su dominio espacial fue de 10 km) por lo que fue posible utilizar los datos para la realización de las proyecciones de mapas climáticos.

Para la ejecución del tercer capítulo se analizó la gestión hídrica de las administraciones públicas tanto del Ecuador como del Perú en la cuenca Trasfronteriza Catamayo Chira por medio de los pilares evocados en la GIRH. Además se procedió a realizar encuestas cualitativas a varios actores de la cuenca (funcionarios de SENAGUA en Ecuador, funcionarios de ANA Perú, Cooperantes Internacionales) con la finalidad de obtener un conocimiento acerca de las percepciones de la GIRH como medida de adaptación en la zona de estudio.

Capítulo primero

Estudio del cambio climático y la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

El cambio climático no tiene freno. El objetivo de la humanidad es sobrevivir; ya solo nos queda adaptarnos” (Lovelock 2007, 19).

1. Cambio climático en el mundo

1.1 Cambio climático, se agota el tiempo

El hallazgo científico del cambio climático se inició a principios del siglo XIX cuando se sospechaba por primera vez los cambios naturales en el clima. En el año 1972, se realiza la primera Conferencia de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Medio Ambiente, la cual se centra en temas como la contaminación química, la prueba de la bomba atómica y la caza de ballenas, la declaración de Estocolmo y el cambio climático apenas se registra en el programa. Para 1987 se acuerda el protocolo de Montreal sobre la restricción de los productos químicos que dañan la capa de ozono y en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) crean el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (Marshall 2006, párr. 10).

Asimismo, en 1990, el IPCC realiza el Primer Informe de Evaluación, en el cual estimó el aumento de las temperaturas de 0.3-0.6 grados centígrados durante el último siglo y el aumento de las emisiones a nivel mundial de los gases de efecto invernadero. Es así que se confirmaba que el cambio climático podría ser inducido por el ser humano y podría significar una amenaza (IPCC 2007, 10).

La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) establecida en mayo de 1992, en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro; entró en vigor en marzo de 1994 con la premisa de reforzar la conciencia pública a escala mundial sobre los problemas relativos al Cambio Climático. Su objetivo fundamental era la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Los países desarrollados

se comprometieron a disminuir sus emisiones a los niveles de 1990 (Yáñez y Rodríguez 2015, núm. 10).

Para el año 1995 el IPCC realiza el Segundo Informe de Evaluación en el cual menciona que los seres humanos son responsables del cambio climático. En el mismo año se realiza la primera Conferencia de las Partes (COP) en Berlín dando como producto de la reunión el “Mandato de Berlín”, especie de catálogo de compromisos bastante indefinido, que permitía a los países escoger las iniciativas ajustados a sus necesidades particulares (IPCC 2004,2).

A partir de 1997 se realizan varias COP; entre las más relevantes se encuentra la COP 3, Nipona, tras el resultado de las negociaciones nace el protocolo de Kioto, el cual era un acuerdo internacional que tenía por objetivo reducir en un 5,2% las emisiones gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global, además servía para regular las actividades antropogénicas, capaz de recuperar el medio ambiente global. En Kioto se implantaron los objetivos vinculantes para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 37 países industrializados (Gerendas-Kiss 2018, párr. 6).

En la COP 16 en Cancún, uno de sus logros fue la creación del Fondo Verde Climático, mediante el cual establece un monto de cien mil millones de dólares cada año, a partir de 2020, y treinta mil millones de dólares para el período 2010-2012, con objeto de ayudar a los países de menores recursos a sufragar los costos de la lucha contra el Cambio Climático (Gerendas-Kiss 2018, párr. 10-11).

En el 2014, en la COP 20 en Lima sucedió un acontecimiento importante ya que los países con mayores aportaciones de GEI como EEUU y China decidieron realizar el compromiso conjunto para reducir las emisiones, para que el calentamiento global no sobrepase los 2° C, límite establecido por los científicos. Se abren las puertas para París (COP 21) (Volunteer World 2014, párr. 1).

Otro de los acontecimientos relevantes del 2013-2017 fue la realización del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, el cual incluye las bases físicas, impactos, adaptación y vulnerabilidad y mitigación del cambio climático, haciendo insistencia en la responsabilidad del ser humano en el cambio climático y las respuestas que debemos ejecutar sin demora, tanto para reducir sus efectos como para combatirlos (Volunteer World 2014, párr. 2).

Para el 2015 en París, en la COP 21 se negoció un convenio mundial tan ambicioso para luchar contra el Cambio Climático, dicho acuerdo fue adoptado por 197 países, su aplicación se iniciaría a partir del 2020. Dentro del acuerdo se contempla *“la limitación*

del aumento de la temperatura mundial a 2° C y lo más cerca posible de los 1,5° C mediante la disminución de emisiones de GEI”, (Gerendas-Kiss 2017, párr. 1, énfasis añadido), provocadas por combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) generando el incremento de los GEI, causando el calentamiento global y el cambio climático; teniendo como consecuencias la intensificación de las temperaturas mundiales, aumento del nivel de los mares, disminución de la oferta hídrica, entre otros.

En Marrakech, 2016 se llevó a cabo la COP 22, en esta reunión se adoptó una hoja de ruta para alcanzar los objetivos del acuerdo de París. Asimismo, en la COP 23 en Fiji-Bonn, tuvo como objetivo avanzar el Acuerdo de París, uno de resultados importantes de esta COP fue “El Diálogo de Talanoa” en el que los países verificarán el progreso y buscarán aumentar la ambición global para cumplir los objetivos del Acuerdo de París sobre el cambio climático y apoyar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” [...] (ONU Climate Change 2018, párr. 1-2).

1.2 Manifestaciones del cambio climático: el clima está cambiando y se evidencian los impactos

El cambio climático y el calentamiento global se han convertido, en los últimos años, en uno de los temas científicos, políticos y económicos más relevantes. Los efectos e impactos del cambio climático se hacen sentir ya en todo el mundo, si bien es cierto, se están tomando medidas para combatir (COP), pero parece no ser suficientes. El Boletín sobre la Declaración Mundial sobre el Clima (2016), menciona que, cada vez es más evidente la influencia de las actividades humanas en el sistema climático. En el 2016, las concentraciones de los gases de efecto invernadero alcanzaron nuevos valores máximos, “ $403,3 \pm 0,1$ partes por millón (ppm) el CO_2 , 1853 ± 2 partes por mil millones (ppm) el CH_4 y $328,9 \pm 0,1$ (ppm) el N_2O , que representan respectivamente el 145 %, el 257 % y el 122% de los niveles preindustriales (antes de 1750)” (OMM 2017,7). Adicionalmente, según la OMM el CO_2 :

creció a un ritmo más rápido entre 2015 y 2016 que el observado entre 2014 y 2015 y que la media del último decenio, y fue el mayor crecimiento anual observado desde 1984. El episodio de El Niño contribuyó a la aceleración de la tasa de aumento del CO_2 en 2016 debido al aumento de las emisiones de fuentes terrestres (p. ej., incendios forestales) y a una disminución de la captación de este gas por la vegetación en las zonas afectadas por las sequías (OMM 2017,7)

Las evidencias mediáticas llaman cada día más la atención de las poblaciones sobre los asuntos climáticos, con señales de alarma en forma de cifras excepcionales. Sin prejuicio de la importancia estadística sobre el cambio climático, un análisis realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) confirma que el 2017 es uno de los tres años más cálidos de acuerdo a los datos. Asimismo, una señal de la continuidad del cambio climático a largo plazo, causado por el aumento de las concentraciones de GEI, demuestran que los años 2015, 2016 y 2017 han sido los tres años más cálidos de los que se tienen datos (OMM 2018, párr. 1).

Sin embargo, el año 2016 sigue manteniendo el récord mundial. Igualmente la OMM demuestra que la temperatura media mundial en superficie en 2017 superó aproximadamente en 1,1° grado Celsius a la de la era preindustrial (OMM 2018, párr. 1-2).

Con lo que respecta a Ecuador y Perú uno de los graves problemas relacionados al clima son los fenómenos del Niño⁶, y de la Niña y en particular sus manifestaciones costeras. La posición geográfica en estas regiones hace que sea una de las zonas más afectadas frente a estos fenómenos. En los años 1982- 1983 y 1997-1998 ocurrieron los “meganiños” que fueron los más intensos del siglo XX (Martín 2016,4). Después de 20 años, nuevamente en Perú y Ecuador se presentó el “Niño Costero” con la ocurrencia de lluvias torrenciales que se inició en la cuarta semana del mes de diciembre de 2016 y se prolongó hasta el 31 de mayo de 2017 lo cual causó inundaciones, deslizamientos, derrumbes, tormentas, así como la ocurrencia de otros eventos propios de la emergencia como plagas y epidemias. Las lluvias y los eventos asociados causaron diversos daños tanto a la vida y salud de la población como daños materiales que afectó a la infraestructura pública (INDECI 2017, 7).

La irregularidad y su frecuencia relativamente alta del FEN (aunque ocurrieron en los últimos cinco siglos por lo menos 120 episodios El Niño de intensidad variable, según las investigaciones históricas recopiladas (Quinn W., Neal V., y Antúnez de Mayolo S.1986, 1987; IMARPE, 1999; INDECI, 2002, 1) no permiten establecer hoy en día su

⁶“El fenómeno del Niño o también llamado “Niño Costero” para estos países, [...] se manifiesta con la presencia de aguas anormalmente cálidas en el Pacífico, las cuales vienen acompañadas de incrementos del nivel del mar, precipitaciones en las zonas tropicales y patrones extremos de sequías. El calentamiento oscilante y el patrón de enfriamiento del agua es conocido como el ciclo ENOS. El Niño (calentamiento del agua) y La Niña (enfriamiento) son las fases extremas del ciclo ENOS. Pero cuando el Calentamiento ocurre solo en la zona costera de Perú y Ecuador, las anomalías (lluvias torrenciales) se restringen a estos territorios” (Martín 2016, 3).

relación con el cambio climático por razones científicas⁷. Sin embargo, las consecuencias del FEN y de la Niña en el clima de ambos países son finalmente representativas de las expectativas del cambio climático a nivel mundial sobre los recursos hídricos (UNECE 2009,20), o sea más frecuencia e intensidad de eventos extremos. Es la razón por la cual estudiar una perspectiva de adaptación a estos riesgos sigue siendo pertinente *con o sin* cambio climático. En una perspectiva operacional de gestión de recursos hídricos, significa responder a riesgos con una bajada de la vulnerabilidad de los actores y un aumento de la resiliencia de la sociedad. Permite establecer una reflexión profunda sobre las medidas sin remordimiento, las cuales están promovidas por la GIRH.

Como parece inevitable que el cambio climático produzca efectos irreversibles, es fundamental que estos países y comunidades a nivel mundial tomen medidas para reducir y limitar las emisiones de GEI (mitigación), pero es transcendental, que adopten medidas prácticas para protegerse de los daños y perturbaciones probables (adaptación). Según el IPCC (2007), la sociedad puede adecuarse al cambio climático y sus impactos por medio de estrategias de adaptación y mitigación (CIIFEN 2017, párr. 2).

El objetivo principal de la adaptación es la reducción de la vulnerabilidad promoviendo el desarrollo sostenible. La adaptación al cambio climático debe considerar no solamente cómo reducir la vulnerabilidad frente a los impactos negativos, sino también cómo beneficiarse de los positivos. La vulnerabilidad depende de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. Las medidas de adaptación se deben encaminar a corto y a largo plazo, e incluir componentes de manejo ambiental, económico, social, planificación y de manejo de desastres (CIIFEN 2017, párr. 2).

En cuanto a la mitigación, hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas pertinentes para limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de los mismos, de acuerdo a la CMNUCC. Si bien es cierto, las circunstancias difieren según los países y las regiones, y diversos obstáculos impiden actualmente el desarrollo y la implantación de esas tecnologías y prácticas (CIIFEN 2017, párr. 3) Según el CIIFEN, 2017 menciona que ninguna medida bastará por sí sola para la elaboración, adopción y difusión oportunas de opciones de mitigación. Se necesitará más

⁷ “Estudios muestran que durante el último fenómeno del Niño, que golpeó el planeta entre el 2015 y el 2016, aumentaron los niveles de emisión de CO₂. Las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles y la industria realmente no cambiaron de 2014 a 2016, así que el aumento dramático debe ser debido a cómo la tierra y el mar respondieron a El Niño” (Jun, y otros 2018,1-10).

bien una combinación de medidas adaptadas a las condiciones nacionales, regionales y locales (CIIFEN 2017, párr. 3).

2. Cambio climático: IPCC, quinto informe de evaluación (AR5)

2.1 Importancia del quinto informe de evaluación

El IPCC en su 28ª reunión, realizada en Budapest, Hungría (2008), decide elaborar el Quinto Informe de Evaluación (AR5) sobre el cambio climático. El AR5 fue lanzado en diferentes partes a lo largo de 2013 y 2014, tiene el potencial para incrementar la concientización del público sobre el cambio climático (IPCC 2014, párr. 1).

Como se mencionó anteriormente, en comparación con informes anteriores, el AR5 pone un mayor énfasis en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y en sus implicaciones para el desarrollo y la gestión de riesgos, así como en la puesta en marcha de respuestas de adaptación y mitigación (IPCC 2014, párr. 2).

El Quinto Informe de Evaluación demuestra con evidencias las causas y los efectos del cambio climático; los científicos tienen más certezas que la actividad humana es responsable de la mayor parte del calentamiento global desde 1951. Por tal motivo el AR5, llegó en un momento clave en las negociaciones de cambio climático en las Naciones Unidas ya que los gobiernos se comprometieron a negociar el Acuerdo de París sobre cambio climático en el 2015 (IPCC 2014, 1-30). El hecho de que tengan los informes del IPCC con datos más precisos debería incentivar a los países a tomar las acciones necesarias para adaptarse y mitigar el cambio climático que detalla el reporte.

A nivel global, según las predicciones estimadas más personas estarían expuestas a inundaciones y a pérdidas económicas, los impactos de los recientes eventos climáticos extremos muestran que la adaptación al cambio climático sigue siendo baja, el informe hace énfasis en un “*déficit de adaptación*” tanto en “países desarrollados” como en “países en vías de desarrollo”. Hay que tomar en cuenta que los impactos producidos por el cambio climático en los recursos hídricos probablemente reduzcan el desarrollo económico, especialmente en países en vías de desarrollo (IPCC 2013, 1- 34).

El costo de los efectos del cambio climático podría ser significativo, especialmente en estos países (vías de desarrollo), los cuales dependen en mayor medida de la agricultura y los recursos naturales, por este motivo la gestión de medidas de

adaptación en cuencas transfronterizas especialmente se vuelve una necesidad para los gobiernos de los países (IPCC 2013, 1- 34).

2.2 Escenarios Climáticos: trayectorias de concentración representativas (RCP)

Dentro del Quinto Informe de Evaluación elaborado por el IPCC, la comunidad científica definió un nuevo grupo de escenarios, denominados “Vías de Concentración representativas” (RCP, por sus siglas en inglés). Dichos escenarios se centran en las emisiones antropogénicas (no incluyen cambios en impulsores naturales como el forzamiento solar, volcánico o las emisiones naturales de CH₄ o N₂O). Los RCP representan el forzamiento radiactivo total (medida acumulativa de las emisiones humanas de GEI de todas las fuentes expresadas en vatios por metro cuadrado) calculado para el año 2100 respecto al año 1750 (por ejemplo el RCP 2,6 significa 2,6 W/m²) (IPCC 2014,10).

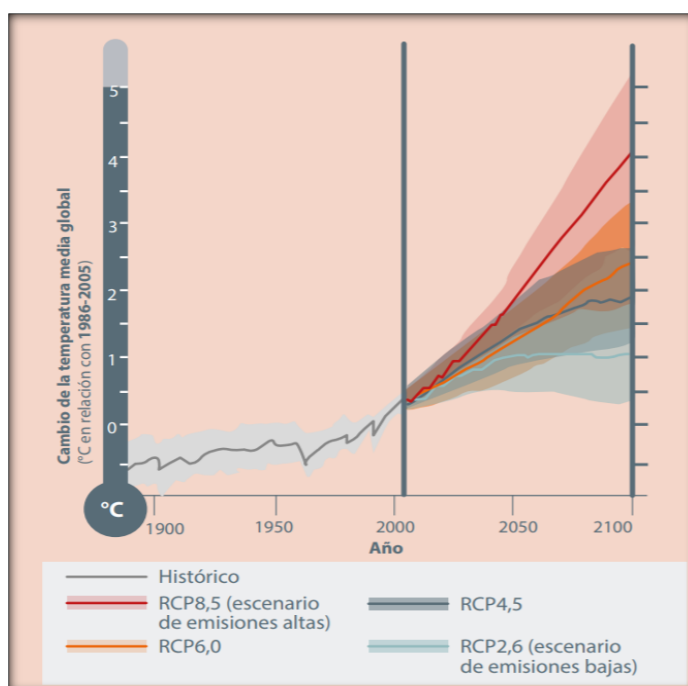
Existen cuatro escenarios RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5, se puede mencionar que el escenario correspondiente al RCP 2.5 representa un escenario que conduce a niveles muy bajos de concentración de gases de efecto invernadero; el RCP 4.5 y RCP 6.0 son escenarios de estabilización (RCP 6.0 escenario creciente) y el RCP 8.5 corresponde a un escenario con un nivel muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero. Es importante tener en cuenta que los RCP pueden representar una variedad de políticas climáticas, es decir cada RCP puede ser resultado de diferentes combinaciones de futuros económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales. Los RCP se basan en una combinación de modelos de evaluación integrados, modelos climáticos simples, modelos de química de la atmósfera y modelos del ciclo del carbono (IPCC 2014,10).

Los datos empleados en el desarrollo de los RCP se extraen de la literatura publicada. Cada RCP fue desarrollado por un grupo de Modelización de Evaluación Integrada (IAM), cuyos documentos de escenarios publicados fueron consistentes con los criterios básicos para un RCP particular. Cada grupo de expertos posteriormente encuestó y creó conjuntos de datos de síntesis a partir de estudios representativos disponibles, que fueron revisados repetidamente por diferentes partes interesadas (Wayne 2013,1-25). En el Anexo I se podrá observar la tabla con las características de cada escenario (RCP).

Asimismo, dentro del Quinto informe del IPCC, menciona los cambios que se efectuarán en el futuro. Tomando como ejemplo en el gráfico 1 se observa que la

temperatura global en superficie es probable que para fines del siglo XXI sea superior en 1,5 °C a la del período de 1900 a 1950 para todos los escenarios considerados de trayectorias de concentración representativas (RCP), excepto para el escenario RCP 2,6. Es probable que esa temperatura sea superior en 2 °C para los escenarios RCP 6,0, RCP 8,5, y RCP 4,5. El calentamiento continuará después de 2100 en todos los escenarios RCP, excepto para el RCP 2,6 (IPCC 2014,11).

Gráfico 1
Cambios estimados en las temperaturas medias globales para los distintos escenarios de emisión



Fuente: Carabine y Lemma 2014, 10

Elaboración: Carabine y Lemma 2014, 10

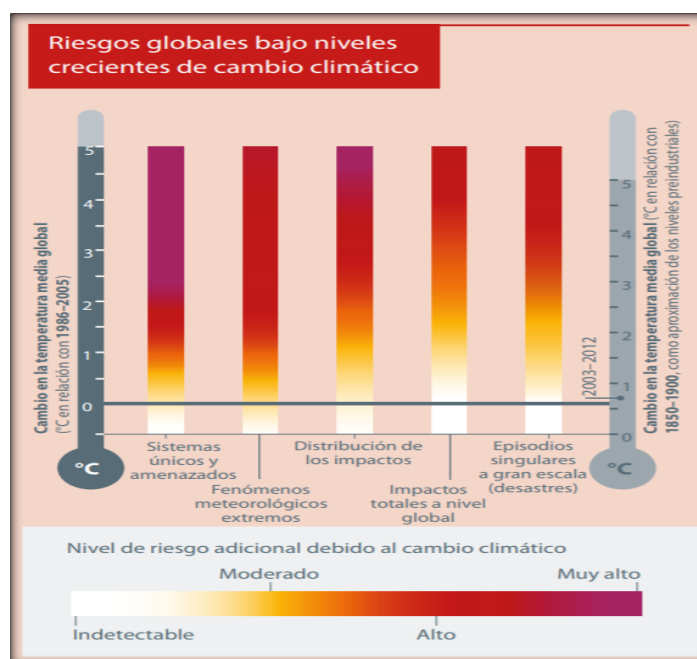
El AR5 en América Latina, plantea desafíos para el crecimiento y el desarrollo, el Informe identifica un conjunto de riesgos relacionados con el clima como la disponibilidad hídrica, las inundaciones y los deslizamientos de tierra, disminución de la producción, la calidad de los alimentos y la propagación de enfermedades (IPCC 2014,20).

Con lo referente a las tendencias proyectadas de la temperatura, las proyecciones climáticas estiman aumentos en la temperatura en toda América Latina para 2100, los escenarios de emisiones medias y altas (RCP 4,5 y 8,5), el calentamiento varía +1,7 °C a

+6,7 °C en América del Sur. Las tendencias proyectadas de precipitación estiman que para el 2100 habrá un aumento en los períodos de sequía en la región tropical de América del Sur, al este de los Andes (Carabine y Lemma 2014, 10).

Adicionalmente, el IPCC identifica cinco áreas problemáticas principales, si las temperaturas continúan acrecentando. En el gráfico 2 se muestran los riesgos adicionales relacionados con el clima cuando las temperaturas alcanzan cierto nivel, se mantienen en él o lo superan; “inclusive en niveles relativamente bajos de calentamiento, de 1 a 2 °C, muchos sistemas naturales únicos están bajo amenaza, y en algunas regiones la productividad alimentaria, la salud humana y los recursos hídricos podrían sufrir impactos negativos” (Carabine y Lemma 2014, 9).

Gráfico 2
Riesgos globales bajo niveles crecientes de cambio climático



Fuente: Carabine y Lemma 2014, 9

Elaboración: Carabine y Lemma 2014, 9

3. Adaptación del cambio climático

3.1 Adaptación al cambio climático en los recursos hídricos

En la actualidad la adaptación del cambio climático en los recursos hídricos es indispensable y necesario que se realice de manera urgente (UNECE 2009, 1). Los

registros hidro-meteorológicos y las proyecciones climáticas proporcionan numerosas pruebas de que los recursos hídricos son vulnerables y pueden verse fuertemente afectados por el cambio climático, con grandes consecuencias para las sociedades y los ecosistemas. En varias regiones a nivel mundial se evidencia con mayor periodicidad e intensidad las inundaciones y sequías, una mayor escasez de agua, un agravamiento de la erosión y sedimentación, la subida del nivel del mar y una degradación de la calidad del agua, de los ecosistemas y de la salud humana (UNECE 2009, 1).

Varios son los países, en especial Ecuador –Perú, que podrían sufrir las consecuencias del cambio climático provocando un alto costo económico y social; aunque se han comenzado las tentativas de atenuación del cambio climático mediante sus legislaciones ambientales y proyectos ejecutados, aún pasará tiempo antes de poder observar algún resultado de adaptación a corto plazo. Por lo tanto, empezar a adaptarse ahora urgente e indispensable (UNECE 2009, 4).

3.2 Adaptación al cambio climático en cuencas transfronterizas

Globalmente, se tiene la probabilidad que los daños causados por el cambio climático afecten a los sistemas de agua dulce lo que debilitará sus beneficios a nivel mundial. Se estima que en el 2050, la superficie terrestre se verá afectada por el agravamiento de los factores de estrés hídrico⁸. En especial los países en vías de desarrollo por ser más vulnerables a los efectos adversos del cambio climático; ya que la pobreza generalizada limita su capacidad de adaptación (Carabine y Lemma 2014,12)

Es importante indicar que un manejo adecuado de los recursos hídricos es transcendental para realizar estrategias de adaptación de este recurso en cualquier país. Diversos cursos de agua atraviesan fronteras, los gestores del agua en las cuencas transfronterizas se enfrentan a una doble incertidumbre ya que, por un lado, se enfrentan a los impactos que el cambio climático causará sobre los recursos hídricos y, por otro, a cuáles serán las medidas de adaptación que adoptaran los países al otro lado de la frontera. Este tipo de “medidas de adaptación” unilaterales, tales como la construcción de represas o de infraestructuras de protección contra inundaciones, podría generar impactos negativos en los países vecinos (país que se encuentre aguas abajo) (Sadoff y Muller 2010, 10).

⁸ “Estrés hídrico sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un período determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad, definición dada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)” (Pradillo 2017,párr. 1).

Un factor importante dentro de la adaptación es la cooperación transfronteriza ya que ayuda a evitar los impactos negativos de las actividades unilaterales y apoya a la coordinación de las medidas de adaptación en las cuencas hidrográficas transfronterizas (Sadoff y Muller 2010, 10). Además, es importante ya que ayuda a encontrar soluciones mejores y más rentables (soluciones bilaterales conjuntas, menos costo, colaboración entre países aguas arriba y aguas abajo); dado que tanto los recursos hídricos como el cambio climático no conocen fronteras, la cooperación transfronteriza para la adaptación al cambio climático no es solo necesaria para evitar cualquier posible conflicto relacionado con las medidas de adaptación unilaterales, sino también beneficiosa para permitir una adaptación más eficaz y efectiva (mejor manejo de medidas adaptativas a favor de todos los actores existentes en la cuenca) (UNECE 2009, 20).

Es importante mencionar que toda medida de adaptación debe considerar el cambio climático como uno de los factores que amenazan los recursos hídricos, ya que existen otros factores como el crecimiento poblacional, las migraciones, la globalización, el desarrollo de ciertos modelos de consumo y la expansión agrícola e industrial que amenazan a las cuencas hidrográficas. Dichos diferentes factores interfieren entre sí y pueden tener reacciones negativas en las cuencas, por este motivo es necesario que toda medida de adaptación debe coordinarse con otras medidas de gestión del agua con el fin de integrar en una estrategia global (Global Water Partnership 2014,1).

En América Latina, en especial Ecuador y Perú, son evidentes los efectos del cambio climático en los recursos hídricos (el aumento de enfermedades como el dengue y la malaria, aumento del proceso de degradación del suelo, disminución de las precipitaciones en algunas regiones, incremento del porcentaje de desertificación y reducción de la capa forestal, entre otras) (Grupo Chorlaví 2012,8) y los escenarios tendenciales que conducirían a consecuencias serias, con altos costes económicos, sociales y medioambientales. Por este motivo la adaptación al cambio climático en cuencas transfronterizas en estos países merece ser un tema prioritario; la adaptación en América Latina es la única opción eficaz para gestionar los impactos del cambio climático en los recursos Hídricos (Grupo Chorlaví 2012,8).

La UNECE menciona que *“una adaptación eficaz requiere de un acercamiento intersectorial, principalmente a nivel transfronterizo”* (UNECE 2009,1; énfasis añadido).

4. Aportes legislativos de cambio climático vinculados a la adaptación en Ecuador y Perú

“¿Cómo determinar qué país está más preparado y cual es más vulnerable a los efectos del cambio climático?”. Un estudio realizado por la Universidad de Notre Dame, recolectó datos donde muestran la vulnerabilidad⁹ de un país al cambio climático y otros desafíos globales, en combinación con su urgencia para mejorar su resiliencia y su capacidad de adaptación (Universidad de Notre Dame 2018, párr. 1).

En dicho estudio se pudo apreciar la clasificación de los países más vulnerables al cambio. Con lo que respecta a Ecuador y Perú se encuentran dentro de los países vulnerables al cambio climático en América Latina ya que presentan valores de vulnerabilidad de 0.4, seguido por Bolivia que presenta un valor más alto de Vulnerabilidad 0.5.

En este contexto, para poder abordar el tema de adaptación en los países de estudio, es necesario conocer un poco de sus legislaciones y cuál ha sido su gestión más relevante en la adaptación al cambio climático durante este tiempo.

4.1 Marco normativo vigente Ecuador

Ecuador es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Según el protocolo de Kioto pertenece al grupo de países No Anexo I, no tiene compromisos obligatorios de reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Sin embargo, el país es consciente de los efectos adversos del cambio climático por lo que por medio de las políticas nacionales Ecuador ha desarrollado diferentes medidas de mitigación y adaptación a nivel nacional enfocadas a promover e implementar el modelo de desarrollo nacional, basado en la alternativa del Plan Nacional del Desarrollo Toda Una Vida 2017-2021. Que se compromete dentro de su objetivo 3: “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones para que se mantenga, precautele y dé soporte a la vida en todas sus formas; así como para que se reconozca el

⁹ “Para elaborar el listado (en formato *ranking*), la universidad combinó datos de vulnerabilidad y de preparación de cada uno de los países. Las cifras que se recogen en el eje de vulnerabilidad miden la exposición, sensibilidad y capacidad de un país para adaptarse al impacto negativo del cambio climático. Se valoran datos según el sector implicado (comida, agua, salud, servicios relacionados con el ecosistema, hábitats humanos y ciudades e infraestructuras) y según los componentes (el nivel y la exposición de la naturaleza al cambio climático sin tener en cuenta el contexto socioeconómico, la medida en que un país depende de un sector afectado negativamente y la capacidad de adaptación)” (Universidad de Notre Dame 2018, párr.2).

derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado” (EC SENPLADES 2017, obj. 3).

Asimismo, como política 3.4 menciona: “promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global, teniendo como meta al 2021 la reducción del índice de Vulnerabilidad de alta a media” (EC SENPLADES 2017, 66).

Con lo referente al marco normativo vigente en Ecuador, la Constitución de la República en el 2008 en su capítulo séptimo reconoce a la naturaleza como sujeto de derecho, un hecho de notable avance para la discusión ambiental en el país. En ese capítulo menciona que la naturaleza tiene derecho a que se respete integralmente su existencia, incluyendo el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos (EC 2008, cap.7). Con lo que respecta a los artículos más relevantes vinculados al cambio climático se encuentra el artículo 413: “Promover la eficiencia energética; el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, para mantener el equilibrio ecológico de los ecosistemas; y el derecho al agua” (EC Ministerio del Ambiente 2008, art. 413).

Dentro de los Decretos Ejecutivos y Acuerdos Ministeriales que tiene Ecuador, se puede mencionar que mediante Decreto Ejecutivo 1815 ,declara “La mitigación y la adaptación al cambio climático como política de Estado, y delega al Ministerio del Ambiente como la entidad a cargo de formular y ejecutar la estrategia nacional y el plan de adaptación en materia de cambio climático, incluyendo la creación de un mecanismo de coordinación y articulación interinstitucional [...]” (EC Ministerio de Ambiente 2009, art 1).

Cabe indicar que la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) del Ministerio del Ambiente es la encargada de la “formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas pertinentes a concienciar en el país [...]” (EC Ministerio del Ambiente 2009, párr. 1).

Asimismo, con el Acuerdo Ministerial 086, en su política 3, menciona: “*Gestionar la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental*” (EC Ministerio del Ambiente 2009, art. 3, énfasis añadido). El Decreto Ejecutivo 495 (2010), crea el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), sin embargo con el nuevo Presidente de Ecuador Lenin Moreno mediante Decreto Ejecutivo Nro. 64 en su artículo 4 hace una sustitución de la estructura y responsabilidades de los

integrantes que conforman el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (EC Ministerio del Ambiente 2017, art. 4).

Aunque no se encuentren en vigencia se contó con el Acuerdo Ministerial 095, en el que establecía como política de estado la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (EC Ministerio del Ambiente 2013, art. 1). Y el Acuerdo Ministerial 248, en el que expedían los Lineamientos del Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) que desarrollaba la ENCC (EC 2014, art. 1).

Como último punto, dentro de la legislación ecuatoriana actualmente se cuenta con el Código Orgánico Ambiental (COA) que entró en vigencia en abril de 2018. Este código tiene por objeto de “Regular el régimen institucional, patrimonio natural, calidad ambiental, cambio climático, manejo sustentable de la zona marina y costera, régimen sancionador; el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, así como los derechos de la naturaleza” (EC 2017,1-10).

En este sentido dentro del COA el libro cuarto está enfocado netamente a al cambio climático, cuenta con 14 artículos y su principal objetivo es:

Establecer el marco legal e institucional para la planificación, articulación, coordinación y monitoreo de las políticas públicas orientadas a diseñar, gestionar y ejecutar a nivel local, regional y nacional, acciones de adaptación y mitigación del cambio climático de manera transversal, oportuna, eficaz, participativa, coordinada y articulada con los instrumentos internacionales ratificados por el Estado [...]” (EC 2017, art. 247).

La ENCC, tomó como sector prioritario la adaptación al patrimonio hídrico¹⁰ ya que los recursos hídricos son vulnerables a la ocurrencia de cambios como son las precipitaciones o sequías. Una mayor variabilidad de esos eventos afecta el balance hídrico de las unidades hidrográficas sin dejar de lado la disponibilidad de agua que es un factor de tensión que puede desencadenar en alteración de los ecosistemas y en problemas como conflictos hídricos sociales. Uno de los objetivos que tomó la estrategia “es el manejo del patrimonio hídrico dando un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático”(EC Ministerio del Ambiente 2012, 39).

¹⁰ Patrimonio Hídrico: El agua es un recurso de propiedad nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible e inembargable (EC Secretaría del Agua 2014, art 1).

Dentro de la misma estrategia se menciona el Plan Nacional de Adaptación que constituyó el marco de referencia a nivel nacional para la implementación de actividades de adaptación al cambio climático. Dicho plan estaba enmarcado en los objetivos, resultados y lineamientos de la ENCC. Cabe indicar que el plan fue ejecutado por programas específicos, los que a su vez acogieron proyectos puntuales que contribuyeron a alcanzar los objetivos que se encontraron en la Estrategia (EC Ministerio del Ambiente 2012, 87).

Entre los actores involucrados para la ejecución del Plan Nacional de Adaptación se encuentra la Secretaría del Agua ya que dentro de su marco regulatorio Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA). En el artículo 83 de políticas en relación con el agua, literal (f) menciona “adoptar y promover medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para proteger a la población en riesgo” (EC 2014, art. 83).

Entre los diferentes proyectos de adaptación enfocados al recurso hídrico que se desarrollaron fue el proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua (PACC). Su objetivo fue disminuir la vulnerabilidad del Ecuador ante el cambio climático mediante el manejo eficiente de los recursos hídricos, a nivel local. Entre las instituciones implementadoras de los proyectos se encontraron consejos provinciales, juntas parroquiales, gobiernos locales, universidades, ONG de las provincias de Loja, Azuay, Los Ríos, Bolívar y Manabí (EC Ministerio del Ambiente 2013, párr. 1).

Asimismo, el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) tuvo como objeto reforzar la resiliencia de los ecosistemas y economías locales ante los impactos del retroceso glaciar de los Andes Tropicales a través de la implementación de actividades piloto que muestren los costos y beneficios de la adaptación al cambio climático en cuencas seleccionadas en Bolivia, Ecuador y Perú (EC Ministerio del Ambiente, 2013, párr. 2). El proyecto en Ecuador se realizó en las microcuencas de Papallacta y Pita, dónde se implementaron buenas prácticas para el manejo adaptativo del sistema pecuario y la conservación del ecosistema páramo, técnicas alternativas “de forestería, agroforestería análoga y agroecología, incluyendo el desarrollo de huertos y microinvernaderos comunitarios a escala familiar” dando como resultado el fortalecimiento de capacidades en gestión de adaptación al cambio climático a los GAD, mayor concientización de la problemática del cambio

climático a los actores de las cuencas seleccionadas, e involucramiento de la variable de cambio climático dentro de los PDOT (EC Ministerio del Ambiente, 2013, párr. 1).

Para hacer referencia a los compromisos internacionales se destaca el Acuerdo de París, ratificado por Ecuador en julio de 2017. Además, en mayo del mismo año se dio a conocer la TCN, el reporte evidencia los esfuerzos nacionales para enfrentar el cambio climático con la implementación de iniciativas propicias de mitigación y adaptación en el país. Dicho reporte fue presentado ante la CMNUCC. Asimismo, dentro de la TCN consta un capítulo acerca del avance de la adaptación, refleja varios estudios asociados con la generación de proyecciones climáticas bajo escenarios RCP (elaborados por el IPCC). Como también se enfoca en estudios acerca de las evidencias del cambio climático en la salud, glaciología, oceanografía, hidrología y climatología (EC Ministerio del Ambiente 2017, 20).

4.2 Marco normativo vigente Perú

Perú, es parte de la CMNUCC, según el Protocolo de Kioto, pertenece al grupo de países No Anexo I, por lo que no tiene compromisos obligatorios de reducción de emisiones de GEI. Sin embargo, el país ha desarrollado acciones que contribuyen al esfuerzo global de mitigación, promoviendo la colaboración entre los países de la región de Latino América y el Caribe, y de proactividad en el gestión de sinergias internacionales y convergencia de acuerdos orientados a los fines últimos de la CMNUCC (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Parlamento Latinoamericano y Caribeño 2015,103).

Otro punto importante que se puede destacar es que el país fue sede de la COP 20 en Lima, donde el principal objetivo fue sentar las bases de un nuevo acuerdo mundial en reducción de gases de efecto invernadero, que fue aprobado en la COP 21 en París para sustituir en el 2020 al Protocolo de Kioto. El texto o borrador del acuerdo aprobado fue denominado “La llamada a la Acción de Lima”, hace una referencia a las “responsabilidades comunes pero diferenciadas” de los países frente al calentamiento global. Otro punto que se puede destacar en la COP es las contribuciones al Fondo Verde para el Clima tanto de países desarrollados como en vías de desarrollo que sobrepasaron el objetivo inicial de 10.000 millones de dólares (PE Ministerio del Ambiente 2014, 1-10).

Con lo referente al marco normativo, se puede mencionar que dentro de la Constitución Política del Perú (1993) acoge varios artículos acerca de los recursos naturales entre ellos se menciona que “son patrimonio de la Nación y el estado es soberano en su aprovechamiento, además determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos” (PE 2015, cap. II).

Asimismo, se cuenta con Decreto Supremo N°054 el cual aprueba el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional denominado Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021, presentado por el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN), en cuyo eje estratégico 6 los Recursos Naturales y Ambiente tiene como objetivo “la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad con un enfoque integrado y ecosistémico y un ambiente que permita una buena calidad de vida para las personas y la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales a largo plazo” (PE CEPLAN 2011, art. 1).

Perú cuenta con varias leyes que vinculan a la protección de los recursos naturales frente al cambio climático, ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en su artículo 6 literal (f) menciona, “el diseño y dirección participativa de estrategias nacionales para la implementación progresiva de las obligaciones derivadas del Convenio de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y los otros tratados en los que actúe como punto focal nacional [...]” (PE 2004, art. 9).

Dentro de la misma ley se menciona también que la Autoridad Ambiental Nacional en este caso Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM), estuvo a cargo de la realización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y de la coordinación de la elaboración periódica de los informes nacionales sobre la materia, además de presidir las Comisiones Nacionales de los Convenios sobre Cambio Climático [...] (PE 2004, art. 9).

Cabe indicar que en 1993 por Resolución Suprema N° 359-96-RE se crea la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), que es la instancia responsable de elaborar y realizar el seguimiento de la ENCC, la cual consta de once líneas estratégicas de acción y es el marco de todas las políticas y actividades relacionadas con el cambio climático que se desarrollen en el Perú. La CNCC la conforman los distintos ministerios y organismos adscritos, así como representantes de ONG, universidades, la Asamblea Nacional de Gobiernos Regionales, el Consejo Nacional de Decanos de los Colegios, entre otros (PE Ministerio del Ambiente 2015, 40).

Mediante Decreto Supremo N° 086-2003-PCM, en su artículo 2 señala la aprobación y el cumplimiento de la ENCC de Perú la cual debe ser incluida en las políticas, planes y programas sectoriales y regionales en concordancia con lo establecido de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, así como con los compromisos institucionales contenidos en ella (PE 2003, art. 2). La ENCC, tiene como objetivos “Reducir los impactos adversos al cambio climático, a través de estudios integrados de vulnerabilidad y adaptación, que identificarán zonas y/o sectores vulnerables en el país, donde se implementarán proyectos de adaptación y control de las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI) [...]” (PE 2015, 41).

La Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, en uno de sus capítulos menciona que se debe promover la prevención de los efectos de cambio climático. La Autoridad Nacional del Agua (ANA), en coordinación con la Autoridad del Ambiente (MINAM), debe desarrollar estrategias y planes para la prevención y adaptación a los impactos del cambio climático y sus efectos sobre la cantidad de agua y variaciones climáticas de orden local, regional y nacional. Asimismo, debe realizar los análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico, glaciares, lagunas y flujo hídrico frente a este fenómeno [...] (PE 2009, art. 89).

Como Decreto Supremo N° 001-2010-Agua, que aprueba el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, en su capítulo XIII Prevención ante Efectos del Cambio Climático menciona que “las autoridades ANA y MINAM, gobiernos regionales y locales, en cuyo territorio se presenten alteraciones en la disponibilidad hídrica con respecto a los registros históricos, que sean atribuibles a modificaciones en el clima, promoverá y coordinará la implementación de las acciones correspondientes para la ejecución del PNACC [...] (PE 2009, art. 172),

Además, menciona también que la ANA en coordinación con MINAM y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI) buscará que se mejore y amplíe la red hidro-meteorológica a su cargo, con el fin de monitorear las variables que reflejan los efectos del cambio climático en los recursos hídricos e implementará medidas de prevención (PE 2009, art. 173).

Finalmente, Perú el 17 de marzo del 2015, por unanimidad la Comisión de Pueblos Andinos, Amazónicos, Afroperuanos, Ambiente y Ecología del Congreso de la Republica, aprobó el dictamen mediante el cual se propone la Ley Marco del Cambio Climático que permitiría al país afrontar, de manera integral, las diversas acciones frente

a esa realidad con vistas a la aplicación, seguimiento, gestión de riesgos y evaluación que contribuyan a su mitigación. Además, dicha ley señala que su aplicación será a distintos sectores, y considerará temas como el desarrollo sostenible, adaptación, mitigación, enfoque territorial (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Parlamento Latinoamericano y Caribeño 2015,112). Actualmente, la Ley Marco sobre Cambio Climático fue aprobada durante la sesión del Pleno realizada en marzo de este año (2018).

Se puede mencionar también que, en diciembre 2014 el Congreso de la República realiza la presentación del “Compendio de Legislación sobre Cambio Climático en el Perú” Tomo I, Tomo II, una iniciativa que buscó aportar a la seguridad jurídica nacional y ofrecer un instrumento que facilite un buen manejo de la legislación desde el Estado y los ciudadanos. Lo que se ha recopilado en el compendio son los convenios internacionales de los que el Perú forma parte, la legislación nacional que es relevante para el cambio climático que está contenida muchas veces en legislación forestal, legislación de aguas, de salud, de biodiversidad y, por supuesto, las normas de los gobiernos regionales sobre el tema (PE Congreso de la República 2014, 51).

Con lo que respecta al Ministerio del Ambiente (MINAM), forma parte del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales (VMDERN) que es la autoridad nacional designada para dar cumplimiento a los compromisos que el Perú ha asumido con la CMNUCC. Entre estos compromisos destaca la Tercera Comunicación Nacional (TCN) “El Perú y el Cambio Climático”, que se dio a conocer en abril 2016 con el objetivo de reportar los avances realizados en el país desde el año 2010 a diciembre de 2015, y reflejar el esfuerzo de los diferentes actores para incorporar los objetivos estratégicos y acciones nacionales para lograr un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima (PE Ministerio del Ambiente 2016, 37).

Entre los diferentes proyectos de adaptación enfocados al recurso hídrico que se han venido desarrollando se tiene el “Programa de Adaptación al Cambio Climático” (PACC Perú), que nace como respuesta a esta problemática. Es una iniciativa de cooperación bilateral peruano-suizo del Ministerio del Ambiente y la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lideran su implementación los gobiernos regionales de Apurímac y Cusco y es facilitado por el Consorcio Helvetas Swiss Intercooperation. La finalidad del proyecto “es contribuir a consolidar la base de vida y reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático de estratos sociales en pobreza y extrema pobreza en las áreas priorizadas por el Programa, disminuyendo así la migración

por afectaciones ambientales ocasionadas por el cambio climático” (2009-2016) (PE Ministerio del Ambiente 2016, 18).

Asimismo, se encuentra el Plan Nacional de Adaptación (NAP) que tiene como objetivos reducir la vulnerabilidad del Perú a los impactos negativos del cambio climático, incrementar las capacidades adaptativas y resiliencia de grupos sociales, actividades y ecosistemas priorizados (agua, agricultura, pesca y acuicultura, bosques y salud) y facilitar la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación sectorial y territorial (PE Ministerio del Ambiente 2015, párr. 2).

Otro de los proyectos que se contó fue “Hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático en las Regiones de Piura y Tumbes” (TACC). El proyecto tuvo como “objetivo promover la integración de la variable de cambio climático en los procesos de programación y planeación territorial de las regiones de Piura y Tumbes” (2012-2016) (PE Ministerio del Ambiente, Gobierno Regional de Piura, Gobierno Regional de Tumbes 2016, párr. 1).

5. Gestión integral del recurso hídrico (GIRH)

5.1 ¿Qué es la gestión integral del recurso hídrico?

En 1992, Dublín, Irlanda se llevó a cabo la Conferencia Internacional sobre el Agua y Medio Ambiente (CIAMA), con el objetivo de realizar una evaluación sobre el aprovechamiento y la gestión de los recursos de agua dulce, ya que la problemática de los recursos hídricos¹¹ se evidencia y está afectando a la humanidad. La supervivencia futura de millones de personas exige una acción y gestión inmediata y eficaz (Tortojada 2018,18).

Asimismo, dentro de la conferencia se discutió la tendencia al aumento en el consumo de agua, en función del crecimiento de la población¹² y de las exigencias en la

¹¹ “Problemática de los recursos Hídricos se refiere a que pesar de que el agua ha servido a los seres humanos durante toda su existencia en el planeta, el cambio climático, el incontrolable crecimiento de su población, el establecimiento de grandes urbes y muchas otras actividades han ocasionado múltiples alteraciones en la composición de los ecosistemas acuáticos de los cuales se han servido, afectando no solo la salud humana, sino también creando desequilibrios naturales muy graves” (Tortojada 2018,19).

¹² Según Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), 2017 menciona que “los factores demográficos y un aumento del consumo como consecuencia de una mayor renta per cápita son los principales responsables de la presión ejercida sobre los recursos hídricos. Asimismo menciona que con el rápido crecimiento de la población, las extracciones de agua se han triplicado en los últimos 50 años. Esta tendencia se explica en gran medida por el rápido incremento del desarrollo de sistemas de irrigación, estimulados por la alta demanda de alimentos en los años 70 y por el continuo

calidad de vida, la cual se ha duplicado en los últimos años, pero sin evidenciar equidad en su distribución. Por tal motivo uno de los compromisos fue dar un cambio en el manejo del agua para incorporar la gestión integrada de recursos hídricos como un medio fundamental para mantener el equilibrio de los ecosistemas¹³, con la gestión en el medio humano como un eje de desarrollo (Global Water Partnership y UNDP 2005,8).

Sabemos que el agua es un recurso vulnerable ya que su disponibilidad es limitada, es esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente, por este motivo este compromiso sólo puede conseguirse gracias a una responsabilidad política y a una participación de los usuarios del recurso, la más inclusiva posible, se debe apoyar en inversiones considerables e inmediatas, en campañas de sensibilización, en modificaciones en la legislación y la institucionalidad, en nuevas tecnologías y en programas de fortalecimiento de capacidades (Global Water Partnership y UNDP 2005,8). “Este paradigma de la gestión del agua, se lo denominó “*Gestión Integrada del Recurso Hídrico*” (GIRH) (GWP Centroamérica 2013,16, énfasis añadido).

Como conclusión de la conferencia se logró la Declaración de Dublín sobre el agua y desarrollo sostenible, la cual fue adoptada en la reunión técnica previa a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) realizada en Río de Janeiro, Brasil (CEPAL 1998,165).

La *Global Water Partnership* define a la Gestión Integrada del Recurso Hídrico como “Un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados¹⁴ del agua, la tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social¹⁵ resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad¹⁶ de los ecosistemas” (GWP 2011, párr. 1).

crecimiento de economías basadas en la agricultura” (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) 2017, párr. 1-2).

¹³ “El equilibrio de los ecosistemas o el equilibrio ecológico es un estado dinámico y de perfecta armonía entre los seres vivos y su medio ambiente El equilibrio ecológico es el estado de regulación continua de los diferentes mecanismos de interacción entre los componentes de un ecosistema” (Ibarra 2006,88).

¹⁴ Manejo coordinado en la GIRH hace alusión a un enfoque intersectorial donde intervienen todos los actores que conforman la cuenca. “Este nuevo modelo de gestión del recurso agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas, se concentra en los intereses relativos al uso, control y preservación de los recursos hídricos y su sostenibilidad” (Martínez y Villalejo 2018,58).

¹⁵ El término maximizar el bienestar económico y social hace alusión a “la integración en la gestión de intereses económicos, sociales y ambientales, tanto de los usuarios directos del agua como de la sociedad en su conjunto. La integración de la gestión de la demanda de agua con la gestión de la oferta” (Martínez y Villalejo 2018,61).

¹⁶ Sostenibilidad se refiere “al equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad y la naturaleza que lo rodea y de la cual es parte. Esta implica lograr resultados de desarrollo sin

La GIRH tiene un enfoque integral que abarca los ecosistemas, la sociedad y la economía, además es multisectorial ya que está diseñada para reemplazar el enfoque tradicional y fragmentado de la gestión del agua¹⁷ es decir hace énfasis a la sectorialidad del agua; en varias regiones del mundo el recurso hídrico sigue siendo sectorial (agua para consumo humano, agua para riego, agua para generar hidroelectricidad) por lo que se requiere de una coordinación con todos los actores y responsables de las cuencas hidrográficas (GWP Centroamérica 2013,17).

Es así, que en la actualidad se evidencia que cada sector saca el mayor provecho del recurso, sin considerar su sostenibilidad de forma integral; esta manera de gestión, enfatiza la descoordinación y fraccionamiento en el uso del agua, tendiendo no solo a la sobreexplotación del recurso, sino causando una disminución considerable de los volúmenes de agua para todos los aprovechamientos, y al aumento en la contaminación de las fuentes de agua (GWP Centroamérica 2013,18).

Por este motivo, para dar un enfoque distinto la *Global Water Partnership* ha identificado tres ejes principales para realizar la GIRH:

1. Un ambiente propicio y facilitador en el que se promulga las políticas nacionales, el marco legal con sus diferentes normativas y su financiamiento,
2. Incorporar la definición de una estructura organizacional nacional y local el cual concentra una visión descentralizada y participativa; es decir debe abarcar a todos los actores que conforman la cuenca (gobiernos centrales, gobiernos locales, fondos de agua, juntas de agua, etc.),
3. Los instrumentos de gestión es decir las herramientas y procedimientos que se necesitan para la generación de datos, monitoreo evaluación, planificación, financiamiento, la institucionalidad.

Por este motivo los tres ejes importantes que contiene la GIRH son la sustentabilidad ecológica, la eficiencia económica y la equidad social (GWP Centroamérica 2013,1). Es importante destacar que se debe mantener un equilibrio entre los ejes de la GIRH, si se proporciona mayor importancia a uno de ellos existirá un desequilibrio por lo que la gestión del agua no podrá ser sostenible.

amenazar las fuentes de nuestros recursos naturales y sin comprometer los de las futuras generaciones (Martínez y Villalejo 2018,70).

¹⁷ “Con la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, el enfoque cambia de la explotación o aprovechamiento del recurso (modelo consumista), a la conservación y uso racional de este (manejo integrado), así como de la gestión de oferta a la gestión de la demanda” (Martínez y Villalejo 2018,61).

Asimismo, dentro de la conferencia de Dublín se realizaron los pilares básicos, considerados como fundamentales para la mejora de la gestión, gobernabilidad, gobernanza del agua y para alcanzar la GIRH. Dichos pilares se los conocen como los “Principios de Dublín”, que en la siguiente tabla se los menciona:

Tabla 1
Principios de Dublín

<i>El agua dulce es un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente.</i>	Menciona el concepto holístico y de Integralidad en gestión. Considera necesidades de los actores de la cuenca. Recurso natural vulnerable y limitado
<i>El desarrollo y gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo involucrando a los usuarios, planificadores y tomadores de decisión a todos los niveles, tomando las decisiones al nivel más bajo posible que sea el adecuado</i>	Introduce proceso participativo con todos los actores de la cuenca. Los enfoques participativos responden a principios democráticos. Los gobiernos nacionales y locales son los que poseen la responsabilidad de que estos procesos sean participativos. Distribuye decisiones y responsabilidades.
<i>La mujer juega un papel central en la provisión, gestión y salvaguarda del agua.</i>	Resalta el papel de la mujer, especialmente en la zona rural, incluye a la mujer como uno de los actores importantes de la cuenca. Integrar el enfoque de equidad de género en la GIRH puede ayudar a generar mayores espacios de información.
<i>El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico.</i>	Derecho de seres vivos a un uso y consumo razonable y equitativo del agua. Valoriza costo real y promueve uso y consumo eficiente.

Fuente: Aguirre (2011).

Elaboración propia

5.1.1 La GIRH: de la teoría a la práctica

I. Una traducción metodológica múltiple

La primera dificultad de la GIRH como concepto, es su carácter flexible, usado con diversas definiciones para referirse a varias metodologías. La flexibilidad del concepto data del periodo de su desarrollo teórico en los años 1990 después de la Declaración de Dublín, que permitió, a través de la palabra “*integrada*” reunir múltiples acepciones. Axel Dourojeanni propuso sintetizar las definiciones de la época

(Dourojeanni et al. 2002 con referencia a GWP 2000; Solanes 1998; Van Hofwegen y Jaspers 2000, pág. 1-10). Según el, la GIRH contempla al menos cinco formas distintas de integración:

- 1). La integración de los intereses de los diversos usos y usuarios de agua y la sociedad en su conjunto, con el objetivo de reducir los conflictos entre los que dependen de y compiten por este escaso y vulnerable recurso;
- 2). La integración de todos los aspectos del agua que tengan influencia en sus usos y usuarios (cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia), y de la gestión de la oferta con la gestión de la demanda;
- 3). La integración de los diferentes componentes del agua o de los diferentes fases del ciclo hidrológico (por ejemplo, la integración entre la gestión del agua superficial y del agua subterránea);
- 4). La integración de la gestión del agua y de la gestión de la tierra y otros recursos naturales y ecosistemas relacionados;
- 5). La integración de la gestión del agua en el desarrollo económico, social y ambiental.»

Esta definición tiene la ventaja de abarcar un gran abanico de posibilidades metodológicas, útiles para estudiar las diversas implementaciones prácticas de la GIRH. Efectivamente, la GIRH implica una *Gestión* (del verbo transitivo latino *gererer*: ejecutar), la cual no puede satisfacerse de teoría, porque refleja esencialmente y necesariamente una práctica.

Mientras integra a aspectos naturales, geográficos, sociales, culturales, legales y económicos propios a cada cuenca, la GIRH en la práctica depende del contexto en el cual se implementa. En términos de escala, de contenidos, como de resultados y alcances, la GIRH es siempre una experiencia única/propia, además de ser evolutiva en el tiempo (como un proceso permanente que incluye una retroalimentación cíclica).

Mientras integra a aspectos naturales, geográficos, sociales, culturales, legales y económicos propios a cada cuenca, la GIRH en la práctica depende del contexto en el cual se implementa. En términos de escala, de contenidos, como de resultados y alcances, la GIRH es siempre una experiencia única/propia, además de ser evolutiva en el tiempo (como un proceso permanente que incluye una retroalimentación cíclica).

Esta “*elasticidad*” de la GIRH, con la implementación única a cada contexto, llama a precauciones al momento de presentar experiencias (con éxitos y límites) de forma general, para evitar una visión simplista; en otras palabras, una herramienta de GIRH que funcionó en Europa o en México no es necesariamente replicable como tal en Bolivia o en Brasil.

II. La GIRH en concreto : ejemplos de implementación

Desde su creación en el año 1994, la Red Internacional de los Organismos de Cuenca (RIOCI) reúne entes de gestión de cuenca de todos los continentes. Hoy tiene 192 miembros (de diversos tamaños/escales del local al fronterizo, y de varias naturalezas jurídicas y de competencias) para compartir experiencias sobre sus prácticas/métodos para la GIRH. A través de la compilación de tales experiencias, la RIOCI preparó diversos manuales en coordinación con el GWP (por ejemplo RIOCI 2009, 2012, 2015, 2018) para la puesta en práctica de la GIRH, que se alimentan de realizaciones ilustradas por sus miembros

En el manual del 2009, la RIOCI identificó los puntos comunes a las diversas experiencias de sus miembros, con seis ejes fundamentales que entran en prácticas de GIRH. Cada uno puede tomar una multitud de formas:

- los organismos de cuenca (con varios tipos de naturalezas jurídicas y roles operativos),
- Las herramientas de concertación de las instituciones (comités interinstitucionales) y de participación de los usuarios (comités/consejos de micro-cuenca, cuenca o macro-cuenca),
- La planificación estrategia que concierta objetivos de gestión a nivel de cuenca
- Los planes de acciones/programas de medidas a realizar por los diversos actores/usuarios,
- Los esfuerzos de fluidificación de la información (sistemas de información sobre el agua) entre los actores para el seguimiento/monitoreo,
- El desarrollo de herramientas financieras para dar sostenibilidad a la gestión.
- una comunicación efectiva.

En vista de concretar estos ejes, tratamos aquí de listar algunas experiencias internacionales de implementación de la GIRH por continente.

- *Europa:*

En Europa, la Directiva Marco sobre el agua (DMA) del año 2000 detalla la realización de todos los fundamentos de la GIRH aquí mencionados (Gestión por cuenca al artículo 3, Participación en el artículo 14, Planificación por cuenca en el artículo 13 y anexo VII, Programa de medidas en el artículo 11, Datos sobre el agua/seguimiento al anexo V, Recuperación de costos sostenibilidad económica en el artículo 9). Sin embargo, el término de gestión integral no aparece como tal en el texto de la Directiva. En la transposición legal de la DMA en derecho nacional, ciertos países miembros de la Unión

Europea han incluido explícitamente el término de GIRH (por ejemplo España, Código de aguas artículo 68). Con una relativa libertad de medios y métodos (herramientas de participación e institucionalidad/consejos de cuenca y/o agencias financieras por cuenca como es el caso en Francia) pero con rigor de seguimiento/monitoreo bajo estos principios, los países miembros están a lo menos en el segundo ciclo de planificación por cuenca hidrográfica (2010-2015, 2016-2021, 2022-2027), para tratar de alcanzar el buen estado ecológico de las masas de agua en 2027, como objetivo global de la política europea sobre los recursos hídricos.

- *África*

En África, los países miembros de la Comunidad económica de los Estados de África del Oeste (CEDEAO) se han dotado de un Plan de Acción para la GIRH regional (PAGIRE-AO) en 2000. Se enfoca en propuestas para la redacción e implementación de planes de acción nacionales (PAGIRE) con componentes normativos y prácticos en vista de la realización de la GIRH en los países miembros. Con el apoyo del Centro de Coordinación de los Recursos en Agua (CCRE) de la CEDEAO, los avances de los países dependen de los contextos legales y propios a cada país. Por ejemplo, para la ejecución de la ley del 8 de febrero 2001, Burkina Faso está a la tercera fase de PAGIRE (2003-2008, 2010-2015, 2016-2030). Cada fase permitió implementar elementos claves para el desarrollo de la GIRH en el país (creación de organismos de cuenca participativos, innovación sobre mecanismos financieros, preparación y realización de planes de cuenca, etc.). Hoy existen 5 Agencias de macro-cuenca hidrográfica en Burkina Faso. En las cuencas de los Rios Nakanbe y en el Mouhoun, tales agencias han preparado planes de macro-cuenca y cuenca, implementan mecanismos financieros sostenibles (contribución financiera sobre el agua –CFE del 2009), e impulsaron comités de macro-cuenca y comités locales del agua para una participación de índole complementario (estratégica de planificación para la macro cuenca, sino también de gestión a nivel territorial, como detallado por Venot et al 2014, 22-30).

- *América*

En América Latina, numerosos países tienen marcos legales que hacen directamente referencia a la GIRH (Perú, Ecuador, Colombia, Cuba, México, Brasil, etc.). Entre ellos, Brasil y México son países que han podido experimentar herramientas con mayor antelación.

Brasil tiene una institucionalidad muy favorable a la GIRH desde la promulgación de la ley de aguas del 1997. Bajo la armonización/seguimiento de los recursos hídricos del ente rector a nivel federal (Agencia Nacional del Aguas – ANA); en veinte años, se crearon múltiples Comités de cuencas hidrográficas (CBH) espontáneos según las necesidades de las cuencas, creadas para preparar una planificación concertada. Existen CBH estatales CBH interestatales como los CBH de Paraíba do Sul, Doce, Piracicaba-Capivari-Jundiaí (PCJ), Rio Grande San Francisco, Piranhas Açú, Verde Grande, Paranapanema o Paranaíba. También inspiradas por el modelo francés (Laigneau et al. 2018, 1-20), se han creado Agencias Financieras de Cuenca (por ejemplo la Agencia PCJ) para el establecimiento de retribuciones económicas para el uso y la contaminación de los recursos hídricos (principios usuario/pagador y contaminador/pagador) en vista de cofinanciar los planes de cuenca.

En México, la Ley de Aguas Nacionales del 1992 (reformada en abril 2004) es el marco legal de referencia para la GIRH. El ente de coordinación federal de carácter técnico y normativo (regulación/control y protección del dominio público del agua) para la GIRH es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), presentada por Vargas et al. (2007) como el actor central para el desarrollo de la GIRH en México. En términos operativos, existen 13 “organismos” de cuenca en el país, como desconcentración de la CONAGUA definidos en forma administrativa (índole gubernamental). Por otro lado, la participación por la gestión por cuenca, con miembros mixtos (gobierno, usuarios y sociedad) se divide en tres escalas hidrológicas. 1. La cuenca, con 26 consejos de cuenca en el país, creados progresivamente del 1993 al 2009. 2. La sub-cuenca, con 36 comisiones de cuenca creadas como órganos auxiliares según un principio de necesidad del territorio. 3. La micro-cuenca, con 50 comités de cuenca creados igualmente según el contexto. También existen 88 comités técnicos de aguas subterráneas (COTAS) para acuíferos y 41 comités de playas limpias en las zonas costeras. Los consejos de cuenca tienen misiones muy concretas en México según la ley y la impulsión de la CONAGUA (formulación de los “programas de gestión del agua de la cuenca”, concertación de las prioridades de uso del recurso hídrico, coordinación de inversiones, facilitación del compartó de información, apoyo al financiamiento, etc.).

- *Asia del Sureste*

En Asia del Sureste, varios países se han dotado de herramientas de GIRH. En Cambodia por ejemplo, experiencias concretas están actualmente realizadas alrededor del lago Tonle Sap, por el Ministerio de los Recursos Hídricos y de Meteorología

(MOWRAM) y su desconcentración de la Autoridad del Tonle Sap (TSA), en cumplimiento de la ley de gestión del agua del 2007, y del decreto de aplicación sobre la GIRH de julio 2015. En particular las cuencas del Stung Sen, del Rio Pursat o del Stung Sreng tienen pilotos locales para creación de consejos de cuenca, seguimiento hidrológico concertado e planificación participativa.

III. Una visión crítica: las dificultades de la GIRH

➤ *La cuenca ¿de la unidad natural a la unidad de gestión?*

La cuenca siendo geográficamente una unidad de gestión racional por los entrelazos de presión e impactos generados por las prácticas de los usuarios, la percepción territorial (con fronteras administrativas) y social de tal unidad a veces no existe al momento de la iniciación de los procesos de GIRH. De hecho, la existencia de una cuenca física no hace “naturalmente” de ella una unidad de gestión (Warner et al. 2008). Esta limitación, creciente según la escala (micro-cuenca, cuenca, macro-cuenca) puede explicar dificultades de inclusión al proceso participativo por falta de proyección común de una unidad social en la cuenca. Para estudiar estas dinámicas, Yáñez y Poats (2007) definieron el concepto de “cuenca social” como:

un espacio delimitado por los nacimientos de los cursos de agua y las zonas altas que los protegen y nutren, y se extiende hasta donde llegan las aguas «naturalmente» y hasta donde se conduce el agua por los hilos contruidos por las sociedades. Se puede decir que es una zona que comprende la cuenca geográfica y sus zonas de influencia, determinadas por los usuarios y usuarias del agua. Una cuenca social suele implicar un traslape de varias cuencas geográficas entrelazadas por el tejido social que construyen los múltiples usuarios.

➤ *Gobernabilidad y gobernanza*

Varios de los ejemplos anteriormente mencionados se fundamentan en un contexto legal que enmarca la realización de la GIRH. Contar con tal marco normativo es un apoyo evidente, pero no es suficiente. En Perú y en Ecuador, como mencionado por los propios funcionarios entrevistados en el capítulo III-2, el primer reto es a la implementación real de principios inscritos mencionados la leyes jóvenes (2014 y 2008 respectivamente). Al contrario, podemos observar que han existido experiencias de gestión integral desenvueltas sin contexto legal, incluso en Ecuador antes de que sea publicada la ley con la experiencia del Rio Chambo.

El concepto de gobernanza viene llenar los vacíos de la gobernabilidad (entendida como las herramientas legales, técnicas y administrativas del gobierno) para alcanzar resultados efectivos en terreno en términos de gestión sostenible con los mismos actores

y beneficiarios de la gestión. En pocas palabras, el objetivo de la gobernanza local es de evitar las limitaciones de la gestión “*top-down*” por la provocación de una lógica “*bottom-up*”. Pero promover la inclusión de la sociedad vía la integración de los usuarios en el proceso de decisión participativa es un reto de largo plazo que puede necesitar mucho tiempo de apropiación con herramientas concretas a nivel local y realizaciones para legitimar la co-construcción del sistema de gestión compartido. También necesita una equidad y una transparencia en el proceso decisorio, que la ley puede garantizar en principio, pero no en la práctica según dinámicas estructurales que superan el simple marco de la gestión del agua. La experiencia boliviana es interesante en este sentido, como evocado por publicaciones del Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA). Por ejemplo (Ruiz et al 2008):

De la experiencia boliviana es posible concluir que el logro de la gobernanza local del agua comprende un paquete de medidas que van más allá de la aprobación de leyes o la creación de instancias nacionales. Una buena gobernanza hídrica está también condicionada por el ejercicio equitativo de los derechos y deberes sobre los recursos por parte de todos los actores sociales y la consideración de los diferentes intereses y poderes sectoriales de los usuarios del agua

➤ *Consejos de cuenca: participar superando los desafíos de la representatividad*

La escala de gestión es variable, pero pueden generarse distancias geográficas grandes, por ejemplo a nivel de macro-cuenca. Por consideraciones logísticas, presupuestarias y de acceso, se ha generado en los ejemplos presentados anteriormente consejos/comités de cuenca para facilitar una participación de todos los sectores, mediante representantes de instituciones y/o usuarios de la cuenca por sector. Entonces la herramienta de representación busca reunir un abanico lo más amplio posible de intereses existentes en la cuenca, con una perspectiva realista de reuniones y encuentros a lo largo del tiempo. Pero también puede favorecer a distorsiones: falta de concertación por sector previa a la expresión de un posicionamiento común por su(s) representante(s) en el consejo de gestión “*integral*”, baja representatividad geográfica o temática por la composición misma del consejo (en Perú por ejemplo, hay un solo representante de los usuarios no agrícolas en el consejo según la normativa, lo que incluye minas/hidroeléctrica o industrias que tienen intereses a veces opuestos), falta de conocimiento e información de los trabajos de los consejos por los usuarios finales (comunicación del consejo), e finalmente legitimidad de la estructura de gobernanza. La representación, necesaria a un mecanismo de participación operacional, puede paradójicamente debilitar la representatividad.

➤ *Asimetrías de poderes e integración*

Los consejos/comités de cuenca pueden también replicar las asimetrías de poderes que existen en la sociedad. Especialmente cuando dan la oportunidad a grupos organizados (lobbies) de canalizar en forma más eficiente una influencia en el proceso decisional, y por lo tanto desequilibrar la dinámica de GIRH a favor de sectores específicos. En este caso, el consejo de cuenca arriesga perder su objetivo de integración, sino se vuelve un instrumento sectorial. En su concepción como en su operación, el secretario técnico del consejo debe velar a la imparcialidad de los debates y a la igualdad de chances/información de todos para cuidar la objetividad del trabajo conjunto, y por lo tanto su legitimidad de integración.

➤ *¿Pagar por la GIRH?*

Según las definiciones internacionales, un fundamento de la GIRH es la solidaridad financiera por cuenca, integrando las contribuciones para compartir, en forma equilibrada, los costos de gestión de la cuenca (entendidos como el principio usuario pagador y contaminador pagador para la recuperación de los costos de gestión de las cuencas hidrográficas, y por lo tanto diferenciados aquí de los sistemas tarifarios locales por los servicios de agua potable y saneamiento). La ausencia de mecanismos públicos (retribuciones económicas) o contractuales (fondos de agua), la falta de recursos públicos para suscitar un efecto palanca, la incapacidad de los actores económicos a contribuir por falta de recursos económicos (capacidad a pagar) o la baja contribución de los actores que pudiesen contribuir por falta de confianza en el sistema de gestión (voluntad a pagar) son tantos limitantes para confortar la sostenibilidad de la GIRH.

➤ *Ambición y planificación*

El proceso de integración tiene vocación a generar una planificación concertada con realizaciones efectivas en territorio (programa de medidas/acciones). Sin embargo, a veces la ambición del proceso supera la capacidad económica del territorio. Por falta de conocimiento técnico, o facilidad de gestión, llamar a consultoras exteriores por los organismos operacionales de cuenca al momento de la formalización del programa de medidas pone la relevancia técnica como criterio principal de definición del programa de acción, sin poder asegurar una consideración completa de las capacidades de los actores de la cuenca a realizarlas posteriormente. Resultan amplias listas de acciones que no son implementadas. En estos casos, el plan no es visto como un medio para realizar acciones

y buscar soluciones, sino una finalidad en sí: “*un producto*”. Tal situación puede deslegitimar la planificación, y eventualmente hasta la participación misma

5.2 Gestión integrada del recurso hídrico en América Latina

América Latina es la región con una de las fuentes más importantes de agua del mundo, representa alrededor del 30% del total global, sin embargo, la distribución espacial del recurso hídrico es muy heterogénea. Un aspecto importante a considerar es el hecho de que se trata de la segunda región con más cuencas transfronterizas del mundo; 69 de un total de 279 (25%); las cifras del sector muestran que, prácticamente, un 20% de la población latinoamericana (alrededor de 115 millones de personas) vive y depende de aguas gestionadas por diferentes países a la vez (EUROCLIMA 2011, párr. 1).

Considerando que el agua es un recurso vital, valioso y fundamental para el desarrollo social y humano del planeta. Y que influye en sectores importantes como la salud, seguridad alimentaria, hidroenergía, industria, agricultura, sostenibilidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y de los recursos hidrobiológicos. Además, se puede apreciar fácilmente que por la fuerte diferencia de su distribución regional, su obligada gestión transfronteriza y la variabilidad introducida por el cambio climático que probablemente acrecentará los casos extremos de sequía e inundación, el agua para América Latina representa uno de los elementos estratégico políticos claves para la estabilidad y buena gobernabilidad¹⁸ de la región (EUROCLIMA 2011, párr. 2).

Uno de los problemas que posee América Latina, es que la mayor parte de los recursos hídricos están experimentando un deterioro de las condiciones de calidad del agua; según el PNUMA en el reporte *Snapshot of the World's Water Quality*, 2016 menciona que en las últimas dos décadas, la contaminación de los ríos de América Latina se ha incrementado un 50%; las principales causas del preocupante aumento de la contaminación de las aguas superficiales en América Latina son el crecimiento demográfico, el aumento de la actividad económica, la expansión e intensificación de la agricultura y la mayor cantidad de aguas residuales no tratadas que se descargan en los ríos y lagos (PNUMA 2016, 1-10). Por este motivo la escasez de agua para América Latina

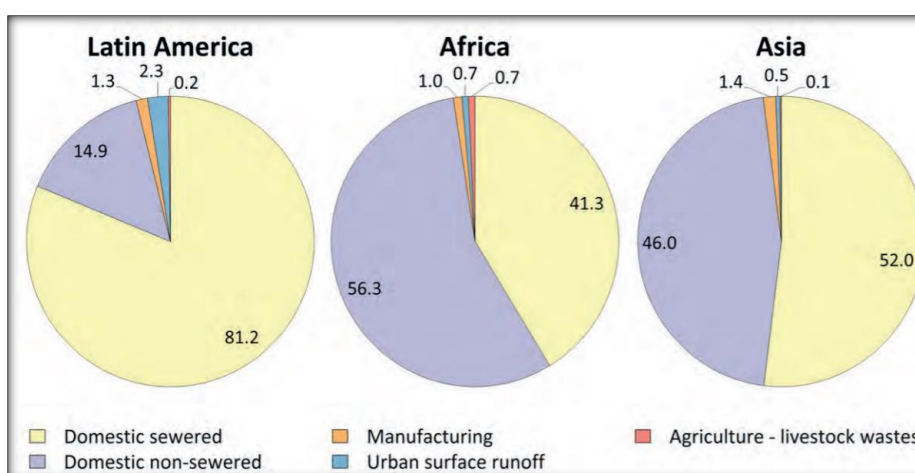
¹⁸ Una buena gobernabilidad hace énfasis en “crear un entorno que permita el fortalecimiento del Estado de derecho y los derechos humanos, la igualdad de género, la justa repartición de los poderes así como la estabilidad económica. La buena gobernabilidad contribuye a mejorar las condiciones sociales y económicas al servicio del desarrollo sostenible, de la lucha contra la pobreza y de la seguridad humana” (COSUDE 2007, 8).

parece estar relacionada principalmente con una mala gestión y no tanto a la cantidad de agua (Indij, Donin y Leone 2011,16).

Tomando como ejemplo dentro del estudio citado anteriormente se puede mencionar que, en el gráfico 3 se puede apreciar la distribución de las cargas de coliformes fecales según la fuente para el año 2010 en América Latina, Asia y África. Como se observa América Latina posee un 83.2% descargas, de Alcantarillado doméstico (fuentes puntuales), 14.9% descargas sin alcantarillado (fuentes puntuales) como tanques sépticos domésticos, inodoros, defecación al aire libre, 2.3% Escorrentía superficial urbana (fuentes difusas), 1.3% descargas industriales (fuentes puntuales), 0.2% Agricultura desechos de animales (fuentes difusas) (PNUMA 2016,24).

Gráfico 3

Distribución de las cargas de coliformes fecales según la fuente para 2010 para América Latina, Asia y África



Fuente: PNUMA 2016,24

Elaboración: PNUMA 2016,24

América Latina, en especial Ecuador y Perú, es un sistema cambiante en materia de políticas públicas y sistemas de gestión del agua, por lo que durante varios años diversos países de la región han incluido, la GIRH dentro de sus marcos legales a nivel nacional y a nivel local. Sin embargo, por falta de una buena gestión financiera y conflictos de intereses políticos no se ha podido implementar como se espera. La situación se pone mucho más problemática cuando en dichos países no toman en cuenta a todos los actores que intervienen en una cuenca y más aún cuando se trata de una cuenca transfronteriza (competencia entre usuarios río arriba y río abajo) (Fenwick y Miralles 2013, párr. 9)

Es importante el análisis de la GIRH como un instrumento de gobernanza ambiental ya que es un desafío para las prácticas convencionales, las actitudes y las certezas profesionales¹⁹ que se manejan en los países. Confronta con los afianzados intereses sectoriales y requiere que el recurso hídrico sea administrado holísticamente²⁰ para beneficio de todos los usuarios que conforman una cuenca hidrográfica transfronteriza, es decir ejecutar una planificación y cooperación activa con beneficiarios de río arriba o río abajo sin importar las fronteras (Global Water Partnership 2014,1).

6. Aplicación de la GIRH en Ecuador y Perú

La gestión de recursos hídricos en Ecuador y en Perú presenta diferentes realidades en sus tres principales zonas geográficas, la costa, la sierra y la Amazonía. Hace algunos años, los gobiernos de los dos países han llevado a cabo una importante transformación en la gestión de sus recursos hídricos, con el fin de proporcionar un manejo integrado de los recursos hídricos a nivel nacional y local (nivel de cuenca).

“Estamos todos a favor del GIRH aun cuando muchos no sabemos verdaderamente que es” (Dourojeanni 2013, párr. 1). Pese a que dentro de sus marcos regulatorios en ambos países mencionan la GIRH dentro de su gestión, todavía falta tiempo para poder implementarla y entender su significado

6.1 Gestión integrada del recurso hídrico en Ecuador

Históricamente, la gestión del agua en el Ecuador se ha caracterizado por una profunda inequidad en su acceso y distribución, ya que su consumo se concentraba en algunos grupos de poder que concebían a la tierra y al agua como bienes de mercado, y no como recursos naturales, provocando desigualdad en el derecho de los pueblos a su

¹⁹ “Las prácticas convencionales, las actitudes y las certezas profesionales se refiere a que la gestión de los recursos hídricos en América Latina suele reaccionar primordialmente una vez producida una crisis, como inundaciones, sequías, entre otros. La gestión de los recursos hídricos continúa encarándose en forma sectorial, mayormente de manera centralizada y poco coordinada. En general, no hay políticas estables y consistentes sobre recursos hídricos. Las políticas vigentes son las de los “gobiernos de turno” en lugar de contarse con políticas de Estado. Esto provoca la falta de consistencia y de sustentabilidad necesarias para desarrollar una planificación y gestión de inversiones sustentables a largo plazo” (Indij, Donin y Leone 2011,16-17).

²⁰ “Holística alude a la tendencia que permite entender los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan; corresponde a una actitud integradora como también a una teoría explicativa que orienta hacia una comprensión contextual de los procesos, de los protagonistas y de sus contextos”

acceso, uso, aprovechamiento y goce. Excluyendo además la equidad social y los derechos que tienen los recursos naturales. Así ocurrieron casi cuatro décadas (1966-2008), a lo largo de las cuales se consolidó un modelo estatal de administración de los recursos hídricos, que privilegió la atención de las necesidades de riego del sector agroexportador. Tal modelo favoreció a unos usuarios y limitó el acceso de otros sectores de la economía que demandaban una administración eficiente, justa y equitativa del patrimonio hídrico del país (EC SENAGUA 2010,1).

En los años 90 se desarrollaron varias reformas²¹ en el país que debilitaron al sector hídrico hasta llegar a la desaparición de varias de las instituciones públicas en el país, las dispersas competencias políticas llevaron a la fragmentación de la planificación, gestión, administración y control de los recursos hídricos, creando condiciones que acentuaron una práctica oligopólica del agua en el país, por lo que la sociedad ecuatoriana, promovió un proceso sostenido de exigibilidad de su derecho al agua (EC SENAGUA 2010,2).

Por este motivo, Ecuador en el 2008 decidió dar un giro en la legislación, la nueva constitución otorga un papel protagónico y privilegiado al Estado en la gestión y planificación de los recursos hídricos, puesto que crea un ente responsable encargado de su rectoría (Secretaría del Agua, SENAGUA). Esta entidad tiene como compromiso y responsabilidad de la planificación de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos para consumo humano, riego para la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, recalando que éste será el orden de aprovechamiento, la autoridad del agua, realizará su rol asignado con un enfoque “ecosistémico” por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas²², la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia [...]”de acuerdo a lo que señala la Constitución (Martínez 2014, párr. 11; EC 2014, art. 34)

Para el año 2014, entró en vigencia una vez que fue promulgada en el Registro Oficial No. 305 la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA), que tiene como objetivo el “garantizar el derecho humano al agua así

²¹ “De acuerdo a SENAGUA (2012), el sistema neoliberal de los años 90 y sus múltiples reformas fueron debilitaron el sector hídrico hasta llegar incluso la desaparición de varias de las instituciones públicas en el país como fue el caso del Consejo Nacional de Desarrollo, el Consejo Nacional del Recurso Hídrico entre otros. La fragmentación y dispersión de políticas, competencias y atribuciones sobre la planificación y la gestión; la desinstitucionalización de la gestión de los recursos hídricos repercutió en deficiencias para la gestión pública” (EC SENAGUA 2012,3).

²² “La unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común. Incluyen en este espacio, poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, de protección y zonas productivas” (EC SENAGUA 2014, art. 34).

como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos [...]” (EC SENAGUA 2014, art. 3).

De una manera sintetizada en la siguiente tabla se podrá apreciar la legislación y los actores involucrados en la GIRH en Ecuador para cada uno de los pilares de la GIRH evocados en Dublín.

Tabla 2
Legislaciones y los actores involucrados en la GIRH en Ecuador

Pilares GIRH	Ecuador
Gestión Integral del Recurso Hídrico	<p>-La LORHUyA menciona que “La GIRH será eje transversal del sistema nacional descentralizado de planificación participativa para el desarrollo (EC 2014, art. 34),</p> <p>- Para realizar la GIRH la LORHUyA cuenta con Sistema Nacional Estratégico del Agua, Registro Público del Agua, Plan Nacional de Recursos Hídricos, Plan Nacional de Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca (EC SENAGUA 2014, cap. II)</p>
Planificación estratégica	<p>-”La gestión pública de los recursos hídricos comprenderá la planificación, formulación de políticas nacionales, gestión integrada en cuencas hidrográficas [...]” (EC 2014, art. 33).</p> <p>-Dentro de los principios de gestión de recursos Hídricos de la LORHUyA menciona que “la cuenca hidrográfica constituirá la unidad de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos” (EC 2014, art. 34).</p> <p>-La Planificación de recurso Hídrico a nivel nacional se realiza por Demarcaciones Hidrográficas (DH 9 demarcaciones) y por Centros de Atención Ciudadana (36 CAC).</p> <p>- Para el año 2014 se creó la Agencia de Regulación y Control del Recursos Hídricos (ARCA) organismo adscrito a la SENAGUA, con el fin de ejercer la regulación y control de la gestión integral e integrada del recurso hídrico, de la cantidad y calidad en sus fuentes y zonas de recarga. Para el mismo año se creó la Empresa Pública del Agua (EPA) con el fin de contratar, administrar y supervisar los proyectos de infraestructura hídrica de competencia del gobierno central en todas sus fases y brindar asesoría técnica y comercial a los prestadores de servicios públicos y comunitarios del agua (EC 2014, art. 21) (PNUD 2014,31).</p> <p>La SENAGUA cuenta con la Estrategia Nacional de Calidad de Agua 2016-2030 (ENCA), la que tiene como objetivo mejorar y proteger la calidad del agua para el uso y aprovechamiento adecuado, con fuentes de agua protegidas y controlando la contaminación del recurso hídrico.</p> <p>La SENAGUA cuenta con la Estrategia Nacional de Agua y Saneamiento (ENAS) que tiene como objetivo garantizar el ejercicio pleno del derecho humano al agua y saneamiento de la población ecuatoriana, en condiciones de</p>

	<p>sostenibilidad y participación efectiva (EC SENAGUA 2013, 30; EC SENAGUA 2015,11).</p> <p>Los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y el estado deben estar sujetos a la planificación hídrica (local) al igual que los usuarios deberán adecuar su relación en lo que se concierne con la utilización y protección del agua (EC 2014, art. 21).</p>
Gobernanza y Participación	<p>-”El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica por lo que son obligados a promover y fortalecer la participación en la gestión del agua de las organizaciones de usuarios, consumidores de los sistemas públicos y comunitarios del agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica²³ y del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua²⁴[...]; (EC 2014, art. 36).</p> <p>- La LORHUyA cuenta con Sistema Nacional Estratégico del Agua que establece el conjunto de procesos, entidades e instrumentos que permiten el involucramiento entre los diferentes actores sociales e institucionales.</p> <p>- Los actores que intervienen dentro del Sistema Nacional Estratégico son la Autoridad Única del Agua (SENAGUA) el Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua, instituciones de la función ejecutiva que se encuentran vinculadas a la gestión de recursos hídricos, la ARCA , los GADs y los Consejos de Cuenca; el objetivo del Sistema Nacional Estratégico es la articulación con todos los actores que lo conforman y la generación de mecanismos e instancias para coordinar la planificación de la GIRH a los diferentes niveles de gobierno y a los diferentes actores sociales (EC 2014, art. 15-6)</p> <p>-El “Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua, dicho consejo debe contar con un presidente que será elegido por los consejos de cuenca y de los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos , montubios , sistemas comunitarios de agua potable y riego, organizaciones de usuarios por sector económico, organizaciones ciudadanas de consumidores, gobiernos autónomos descentralizados y universidades; entre sus diferentes atribuciones se realiza el control social; la participación, control y evaluación de políticas, la participación en la formulación de directrices en los planes nacionales de recursos hídricos, el fomento de saberes ancestrales, entre otros” (EC 2014, art. 19-20).</p> <p>-Los consejos de cuenca de UPHL están conformados por un representante de organizaciones de usuarios, un representante de juntas de agua potable y un representante de juntas riego; un representante del GADs provinciales, municipales y parroquiales, un representante de Universidades más un coordinador técnico que será la Autoridad de la Demarcación Hidrográfica o su delegado</p>

²³ “Son órganos colegiados de carácter consultivo, liderados por la Secretaría del Agua integrados por los representantes electos de las organizaciones de usuarios, con la finalidad de participar en la formulación planificación, evaluación y control de los recursos hídricos en la respectiva cuenca” (EC 2014 art. 25).

²⁴ Instancia nacional sectorial, en la formulación, planificación, evaluación y control participativo de los recursos hídricos, de conformidad con la Ley (EC 2014, art. 19).

	En el ámbito de la gestión y administración de los recursos hídricos se puede mencionar que la gestión comunitaria será realizada por las comunas , comunidades, pueblos, juntas de organismos de usuarios de servicio, juntas de agua potable y juntas de riego para la protección del agua y la administración, operación y mantenimiento de infraestructura (EC 2014, art. 32).
Sistemas de Información	<p>“El Estado y sus instituciones en el ámbito de sus competencias son los responsables de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica por lo que son obligados a promover y garantizar el derecho humano al agua; para preservarla en cantidad y calidad mediante un manejo sustentable a partir de normas técnicas y parámetros de calidad [...]” (EC 2014, art. 36).</p> <p>-El RPA es una red tecnológica e interinstitucional creada para dar soporte a la toma de decisiones, actualmente esta herramienta se encuentra en proceso de construcción.</p>
Financiamiento	<p>En el Ecuador, se instauró con la ley de 2014 el principio de una tarifa nacional por el uso y aprovechamiento del agua cruda (extracción de recursos), cuya implementación es de responsabilidad de la SENAGUA, y una tarifa nacional para los vertidos (responsabilidad de la autoridad ambiental nacional): el Ministerio del Ambiente).</p> <p>La tarifa agua cruda ha sido implementada con el Acuerdo Ministerial N° 0010-SENAGUA-2017 del 28 de junio de 2017, mediante el cual se reforma el Acuerdo Ministerial 1522, del 23 de mayo de 2017. Se establece con factores específicos (según el tipo de uso, las condiciones geográficas, características del usuario).</p>

Fuente: (EC 2014)

Elaboración propia.

6.2 Gestión integrada del recurso hídrico en Perú

En el siglo pasado, el gobierno peruano fue la máxima autoridad en cuanto al manejo de los recursos hídricos y el principal inversionista en infraestructura hidráulica. Para el año 1902 durante el gobierno de López de Romaña, por necesidad, promulga el Código de Aguas en el que reconocía el derecho de propiedad de las aguas al dueño del predio en el que ellas se encontraban, discurrían o nacían, consolidando legalmente el *statu quo*. Solamente eran de dominio público los ríos, torrentes y arroyos que no hubieran sido objeto de apropiación anterior, o los excedentes. Este código generó varios conflictos sociales ya que favorecían a los latifundios, perjudicando a los pequeños agricultores y campesinos, es decir existía una inequidad en el uso y aprovechamiento del recurso (Guevara 2015,1-321).

El Código de Aguas rigió hasta 1969, cuando fue reemplazado por la Ley General de Aguas que establecía que el gobierno nacional era el único propietario y responsable

de la gestión de los recursos hídricos. En ese entonces la Autoridad Nacional del Agua era el Ministerio de Agricultura y Riego; el Administrador Técnico de Distrito de Riego (ATDR) era la autoridad a nivel de distrito, y las Autoridades de Cuenca Hidrográfica, a nivel de cuencas y el Ministerio de Salud era el responsable de la calidad del agua. Es así que se estableció el marco legal e institucional para el manejo de los recursos hídricos en el Perú; pero presentaba considerables obstáculos para llevar adelante un manejo integrado, sostenible y efectivo de recurso (Pérez 2015,2).

Después de 40 años, mediante Decreto Legislativo No. 997 del 12 de marzo de 2008, se crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA), además el Congreso de la República el 23 de marzo de 2009 promulga La Ley de Recursos Hídricos (LRH) (Ley 29338) transformando el marco normativo e institucional del sector hídrico en el Perú hacia un enfoque en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), asimismo, el 24 de marzo de 2010, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), mediante Decreto Supremo, publicó el Reglamento de la LRH. Tanto la Ley como el Reglamento tienen por objeto la regulación en el uso y gestión de los recursos hídricos que existen en el territorio, así como la actuación del Estado y de los usuarios. Dicha ley consta de 125 artículos organizados en doce Títulos, al que se suma un Título Preliminar que incluye once principios que rigen el uso y la gestión del agua, posee doce Disposiciones Complementarias Finales, dos Disposiciones Complementarias Transitorias y una Disposición Complementaria Derogatoria (PE 2015, párr. 1).

De una manera sintetizada en la siguiente tabla se podrá apreciar la legislación y los actores involucrados en la GIRH en Perú para cada uno de los pilares de la GIRH evocados en Dublín.

Tabla 3
Legislaciones y los actores involucrados en la GIRH en Perú

Pilares GIRH	Perú
Gestión Integral del Recurso Hídrico	-Uno de los mayores logros de la Ley de Recursos Hídrico (LRH) se centra en la incorporación de los acuerdos de la Declaración de Dublín de 1992 sobre GIRH, la LRH usa los enfoques ecosistémicos y de gestión integrada; derechos humanos y equidad de género; desarrollo sostenible y participativo.
	-La LRH de Perú cuenta con “instrumentos de planificación del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídrico. Entre ellos se encuentran la Política Nacional Ambiental; la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos; el Plan Nacional de los Recursos Hídricos; y los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las Cuencas” (PE ANA 2009, art. 99). Dentro de la planificación Hídrica que realiza la Autoridad Nacional del Agua (ANA) cuenta con órganos desconcentrados, denominados en Perú

<p>Planificación estratégica</p>	<p>como Autoridad Administrativa de Aguas (AAA). Asimismo, cuentan con unidades orgánicas denominadas Administración Local de Agua (ALA).</p> <p>-La ANA para la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos es la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos (PE ANA 2016, 1).</p> <p>-La LRH del 2009 menciona que la planificación tiene como objetivo “equilibrar y armonizar la oferta y demanda de agua, protegiendo su cantidad y calidad, propiciando su utilización eficiente y contribuyendo con el desarrollo local, regional y nacional” (PE 2009, art. 97).</p> <p>-La Autoridad Hídrica Nacional en este caso la ANA es el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, es el responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo establecido en la Ley (PE ANA 2009, art. 17).</p>
<p>Gobernanza y Participación</p>	<p>-LRH en su décimo principio menciona el “Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica, el uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada [...]” (PE 2009, art. 3).</p> <p>- EL Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos creado con el objeto de articular el accionar del Estado, para la conducción de los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de cuencas, de los ecosistemas que lo conforma. Además establece espacios de coordinación entre las entidades de la administración pública y los actores involucrados en las cuencas con el fin realizar el aprovechamiento sostenible, “la conservación y el incremento de los recursos hídricos, así como el cumplimiento de la política y estrategia nacional de recursos hídricos y el plan nacional de recursos hídricos en todos los niveles de gobierno y con la participación de los distintos usuarios del recurso” (PE ANA 2009, art. 9-10).</p> <p>-El Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos está conformado por un conjunto de instituciones públicas como la Autoridad Nacional; los Ministerios del Ambiente, de Agricultura, de Vivienda, Construcción y Saneamiento, de Salud, de la Producción, y de Energía y Minas; los gobiernos regionales y gobiernos locales a través de sus órganos competentes; las organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios; las entidades operadoras de los sectores hidráulicos, de carácter sectorial y multisectorial; las comunidades campesinas y comunidades nativas; y las entidades públicas vinculadas con la gestión de los recursos hídricos mediante los cuales el Estado desarrolla y asegura la gestión integrada, participativa (PE ANA 2009, art. 11).</p> <p>-Consejos de Recursos Hídricos por cuenca son órganos de naturaleza permanente integrantes de la Autoridad Nacional, fueron creados por iniciativa de los gobiernos regionales; el objetivo de los consejos es de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en sus respectivos ámbitos, existen dos tipos de consejos de cuenca consejos regionales (solo un gobierno regional) y consejos Interregional (se cuenta con dos o más gobiernos regionales) son integrados por representantes de las organizaciones</p>

	<p>de usuarios, sociedad civil, gobiernos regionales y gobiernos locales (PE ANA 2009, art. 24).</p> <p>La Ley de Aguas fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua; además realizan la promoción de programas de sensibilización y la importancia del agua. Así mismo, en uno de sus principios menciona que la gestión el agua debe ser óptimo, equitativa y participativa con toda la población involucrada (PE ANA 2009, art. 3).</p> <p>La ley de Aguas del 2009 decide reconocer a las Organizaciones de usuarios, juntas de usuarios, comisiones de usuarios, comités de usuarios, comunidades campesinas y comunidades nativas como entes de participación para la GIRH y como actores dentro de los consejos de cuenca.</p> <p>-En este contexto el Gobierno Regional de Piura decide crear en el 2011 el Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura e inicia sus funciones 26 de julio de 2011; dicho consejo está conformada por 10 representantes de instituciones y organizaciones con competencia y trabajo articulado a la GIRH, el Gobierno Regional de Piura es el que preside el pleno con ayuda de la ANA con representación de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Jequetepeque-Zarumilla (PE Consejo de Recursos Hídricos Cuenca Chira-Piura 2016, 1-4).</p>
Sistemas de Información	<p>-Dentro de la ley se menciona que “la Autoridad Nacional dispone la difusión de la información en materia de recursos hídricos a fin de asegurar el aprovechamiento eficiente de dichos recursos y su inclusión en el Sistema Nacional de Información Ambiental” (PE 2009, art. 18).</p> <p>- La ANA creó y es la administradora del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) que a su vez es la red tecnológica e institucional creada para dar soporte a la toma de decisiones del SNGRH. Está conformado por diferentes instituciones gubernamentales nacionales regionales, locales, organismos públicos y privadas y organizaciones civiles, técnicas, científicas que generan información sobre el agua y sus bienes asociados.</p> <p>El SNIRH busca integrar, estandarizar y difundir lo que se convertirá en la única fuente de información oficial de los recursos hídricos (datos estadísticos, caracterizaciones, pronósticos modelamientos, etc.; un ejemplo es el desarrollo del compendio nacional de estadísticas de Recursos Hídricos 2015) para planificación de la GIRH.</p>
Financiamiento	<p>-En el Perú, existen retribuciones por uso y vertidos, de responsabilidad de la Autoridad Nacional del Agua. Se enmarcan en la ley 29338 del 2009 y dependen anualmente de un Decreto Supremo del Ministerio de Agricultura (quien define los montos y factores), y una Resolución Jefatural por el jefe de la ANA.</p>

Fuente: (PE 2009)

Elaboración propia.

6.3. Gestión integral del recurso hídrico a nivel transfronterizo

A continuación en la siguiente tabla se muestra la GIRH de la cuenca Catamayo Chira a nivel transfronterizo.

Tabla 4
Gestión Integral del Recurso Hídrico a Nivel Transfronterizo

Gestión Integral del Recurso Hídrico a Nivel Transfronterizo	
Planificación Estratégica	Se cuenta con el convenio de aprovechamiento de las Cuencas Binacionales Puyango-Tumbes y Catamayo-Chira. Su objetivo era ejecutar proyectos de aprovechamiento hídrico que tengan carácter binacional, así como programas de conservación de cuencas y de instalación de estaciones hidrológicas y meteorológicas (EC PE 1971, art. 3).
Gobernanza y Participación	<p>Para octubre 2017 en el encuentro presidencial se suscribió el Acuerdo que establece la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las nueve Cuencas Transfronterizas entre Ecuador y Perú , el objetivo de la comisión es, consolidar la cooperación bilateral para mejorar el aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas,</p> <p>Dicho acuerdo se inscribe como el espacio de coordinación binacional para la GIRH con un enfoque de adaptación al cambio climático, con la finalidad que se establezcan mecanismos conjuntos para resolver asuntos de interés común mediante el marco de la equidad, sostenibilidad y visión ecosistémica, dicho acuerdo considera las nueve cuencas transfronterizas con Perú (EC y PE 2017, art. 2) .</p> <p>La comisión estará conformada por cinco representantes designados por cada país (Ecuador-Perú) de instituciones vinculadas a los recursos hídricos de cada país como Autoridades Nacionales de Agua, Ministerios de Relaciones Exteriores, Ministerios del Ambiente y dos delegados regionales de la vertiente Pacífica y la vertiente Amazónica para el caso Peruano y dos representantes regionales de las cuencas hidrográficas transfronterizas para el caso Ecuatoriano EC y PE 2017, art. 3).</p>

Fuente: (EC y PE 2017, art. 2)

Elaboración propia.

7. Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira

La Cuenca Catamayo-Chira es un sistema hidrográfico transfronterizo se encuentra ubicado al sur de Ecuador y norte del Perú, limita al norte con la cuenca del río Puyango y parte de la cuenca del río Jubones ubicado en las provincias de El Oro y Loja en el lado de Ecuador. Al Sur limita con las Provincias de Piura y Huancabamba en el Perú (cuencas del mismo nombre), al Este con la cuenca del río Chinchipe en la Provincia

de Zamora Chinchipe (Ecuador) y al Oeste con el Océano Pacífico. “La cuenca se sitúa al noroccidente de Sudamérica, comprendida entre las coordenadas UTM WGS84 560.578 m a 710.856 m E y desde los 9°593.286 m a 9°593.286 m N.”. (PE Consejo de Recursos Hídricos Chira-Piura 2014, 8) (ECSENAGUA, DHPC 2016, 36).

Ocupa una superficie total de “17.199,18 km²; de los cuales 7.507,58 km están en territorio Ecuatoriano, equivalente al 43.65% del área total” de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira; así mismo, comprende cerca del “66,82% de la superficie total de la provincia de Loja”, que incluye los cantones de “Celica, Pindal, Macará, Sozoranga, Calvas, Espíndola, Gonzanamá, Quilanga”, y parte de los territorios de los cantones “de Loja, Catamayo, Paltas, Olmedo, Puyango y Zapotillo” (EC SENAGUA DHPC 2016, 36).

Con lo que respecta a la planificación Hídrica que realiza la Secretaría del Agua, en 2010 Ecuador cuenta con órganos desconcentrados denominados, Demarcaciones Hidrográficas (nueve demarcaciones) y Centros de Atención al Ciudadano (CAC). La Cuenca Catamayo administrativamente se encuentra dentro de la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo (DHPC) con sus Centros de Atención al Ciudadano (CAC) de Catamayo y Alamor (EC SENAGUA DHPC 2016,37).

Con lo que respecta a Perú la Cuenca Catamayo –Chira comprende una “superficie de 9.987 km² que equivale al 56.35% aproximadamente”, se encuentra dentro del departamento de Piura, y abarca parte de las provincias, que en diferente extensión conforman la cuenca como “Ayabaca (47.23%), Huanca bamba (0.36%), Morropón (0.14%), Paita (4.08%); Piura (5.01%), Sullana (40.35%), y Talara (2.77%). Las provincias de Ayabaca y Sullana constituyen el 87.58% del área de la cuenca” (PE Gobierno Regional de Piura; ANA; GTZ-PDRS 2009, 9).

Dentro de la planificación Hídrica que realiza la Autoridad Nacional del Agua (ANA) cuenta con órganos desconcentrados, denominados en Perú como Autoridad Administrativa de Aguas (AAA). Asimismo, cuentan con unidades orgánicas denominadas Administración Local de Agua (ALA), para el caso de estudio administrativamente la Cuenca Chira se encuentra dentro Autoridad Administrativa de Aguas Jequetepeque-Zarumilla y con la Administración Local de Agua Chira, la Administración Local del Agua San Lorenzo, Administración Locales de Medio y Bajo Piura y la Administración Local de Agua de Alto Piura (PE Consejo de Recursos Hídricos Chira-Piura 2014, 8).

Con lo referente al rango altitudinal en la cuenca Catamayo –Chira posee una cota que va desde los 3.700 m.s.n.m. en su nacimiento ecuatoriana hasta llegar al nivel del mar en la desembocadura del río Chira en el Océano Pacífico. La red hidrográfica de la cuenca tiene características dendríticas²⁵ por lo tanto es de buen drenaje. Su curso principal es el río Catamayo-Chira, cuya longitud total desde sus nacientes hasta la desembocadura en el océano Pacífico es de alrededor de 315 km. De estos, 196 km están en territorio ecuatoriano y 119 km en territorio peruano (PE Ministerio del Ambiente, Gobierno Regional de Piura, Gobierno Regional de Tumbes 2016, 10).

La Cuenca Catamayo consta de 5 subcuencas principales como son los ríos Alamor (Binacional), Macará (Binacional) y Catamayo, pertenecientes a Ecuador. Cruzando la frontera aguas abajo la Cuenca Chira recibe las contribuciones de las subcuencas de Chipilco y Quiroz y del Sistema de Chira. (PE Gobierno Regional de Piura; ANA; GTZ-PDRS 2009, 9). En el Mapa 1 se puede apreciar el mapa donde se muestra la localización de la cuenca y la delimitación de las 6 subcuencas de primer orden.

La cuenca Catamayo-Chira posee un clima muy variado se han identificado seis tipos de clima:

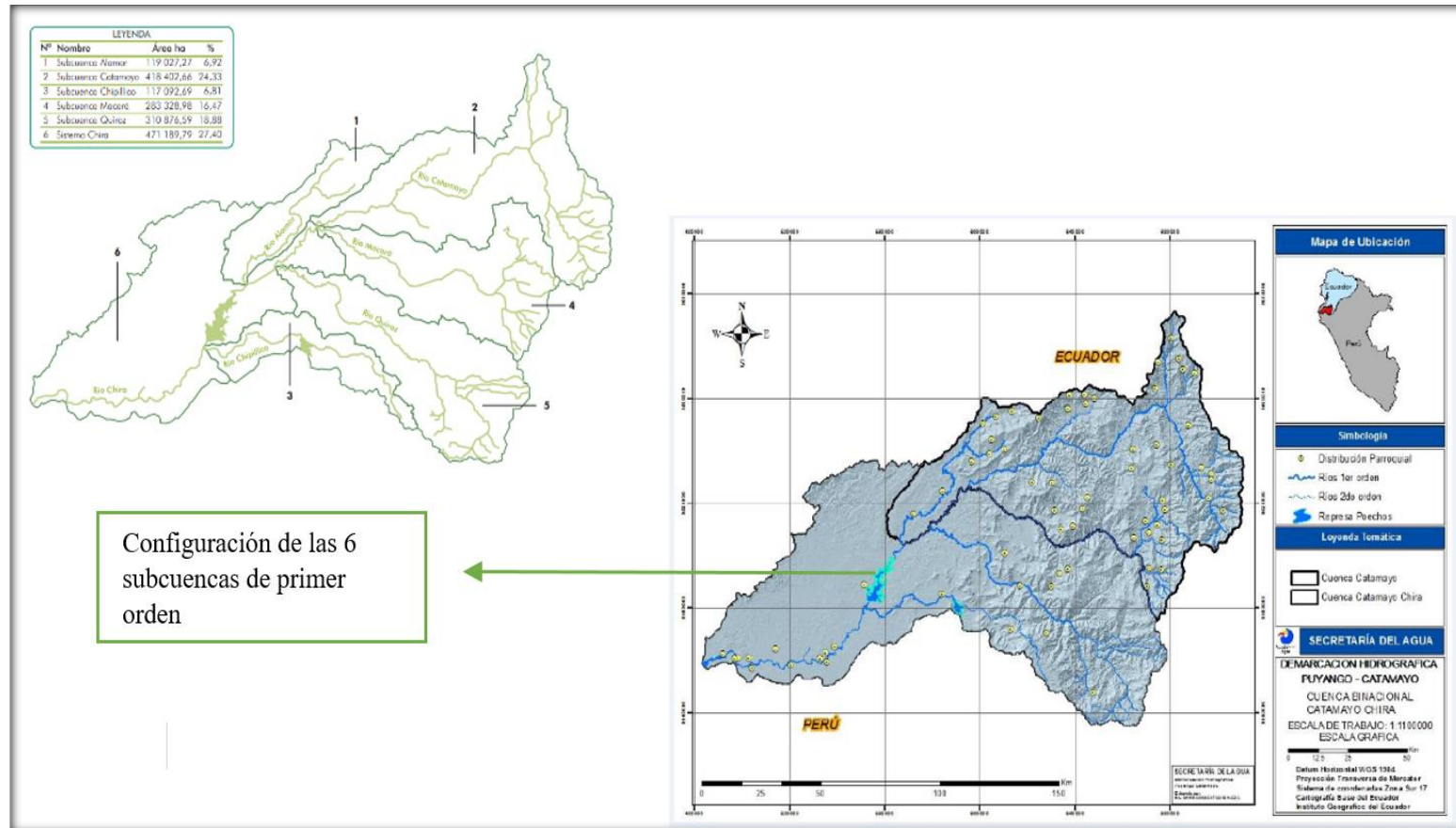
“Cálido (44,57% de la superficie total de la Cuenca a altitudes menores de 1.000 m.s.n.m.), semicálido (23,55% altitudinales de 1.000 a 1.700 m.s.n.m., templado cálido (20,40% a rangos altitudinales de 1.700 a 2.300 m.s.n.m., templado frío (7,28% a rangos altitudinales de 2.300 a 3.000 m.s.n.m., semifrío (3,54% a rangos altitudinales entre 3 000 y 3 500 m.s.n.m. y frío moderado, que comprende el 0,66% a altitudes mayores de 3.500 m.s.n.m.)” (AECID, Plan Binacional Catamayo-Chira 2005,16).

Dentro de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira se han establecido varias características en el uso actual del suelo; entre ellas se posee “cultivos (177 731,35 ha con 10,33%), pastizales (501 639,1 ha con 29,17%), bosques (698 602,12 ha con 40,62%), vegetación arbustiva (232 277,54 ha con 13,51%), páramo (25 740,44 ha con 1,50%) y otras tierras (áreas erosionadas o en proceso de erosión, áreas urbanas, agua natural e islas con 83 927,06 ha y 4,88%)” (AECID, Plan Binacional Catamayo-Chira 2005,22). Entre las principales actividades y usos de la cuenca se encuentran “poblacional, agropecuario, industrial, minero, piscícola, el uso agropecuario (94,04%) y la demanda hídrica (99,47%) son los usos más importantes que posee la cuenca” (PNUD 2014,10). Los recursos hídricos de la Cuenca Chira-Piura han sido utilizados desde hace varios años para atender

²⁵ “Patrón que más frecuentemente se presenta y se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos. Su presencia indica suelos homogéneos generalmente se encuentran en antiguas llanuras costeras” (Senciales 1998, pág.168).

las necesidades del desarrollo socioeconómico de la zona de estudio. En particular, las fuertes demandas de agua para irrigación por este motivo cabe indicar que en Perú se realizó la construcción y puesta en servicio de los dos grandes reservorios de regulación de la cuenca del Chira, el de San Lorenzo construido entre 1949 y 1953 y puesta en servicio 1960. Además el de Poechos, construida entre 1972 a 1976 y puesta en servicio en 1976; y los correspondientes canales de derivación y distribución (PE Consejo de Recursos Hídricos Chira-Piura 2014, 6).

Mapa 1:
Mapa de Ubicación Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira



Fuente: (EC Secretaría del Agua 2016) (P E Gobierno Regional de Piura; ANA ;GTZ-PDRS 2009)

Elaboración: (EC Secretaría del Agua 2016) (PE Gobierno Regional de Piura; ANA ;GTZ-PDRS 2009)

Como se puede observar se evocan la normativas legales tanto de cambio climático como de la GIRH en Ecuador y Perú. Se puede mencionar que las dos normativas legales en estos países son similares y durante varios años han pasado por un proceso de transición (administrativos-políticos). Hay que tomar en cuenta que Perú al poseer una normativa más antigua ha logrado poseer un mejor empoderamiento en comparación con la normativa ecuatoriana que es aparentemente nueva (LORHUyA, COA). Asimismo, dentro de la normativa de cambio climático en ambos países se menciona la creación de varios instrumentos legales como las ENCC, los Planes de Adaptación de cambio Climático, las TCN, COA y los Comités Interinstitucionales de Cambio Climático encargados de ejecutar estos instrumentos y realizar medidas de adaptación y mitigación.

Con lo referente a las medidas de adaptación tomadas en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira se puede mencionar que la adaptación ha sido enmarcada en las legislaciones de cada país y han sido ejecutadas en proyectos puntuales con un tiempo determinado que han abarcado un territorio específico en la cuenca; es decir se han adoptado medidas de adaptación unilaterales²⁶, tales como la construcción de represas o de infraestructuras de protección contra inundaciones y para el almacenamiento de agua que han generado impactos negativos en ambos países. No se aplicado y gestionado medidas de adaptación transfronteriza a favor de la protección y conservación de la cuenca de manera binacional. Sin embargo los dos países buscan fortalecer su marco institucional a favor de una GIRH como herramienta de gobernanza no solo para realizar una buena gestión de agua; si no también para combatir con los problemas ambientales y con el cambio climático que se vuelven más frecuentes intensos.

Una vez evocada la normativa legal de los dos países, en el siguiente capítulo se analizará los desafíos ambientales y de cambio climático (proyecciones de mapas climáticos) que posee la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira.

²⁶ Como medida unilateral se construyó el “Embalse Poechos ubicado en Perú (Cuenca Chira), fue una obra establecida hace casi cuatro décadas y aún es la obra hidráulica más grande del Perú, para el almacenamiento de agua. Fue concebido para almacenar 880 millones de metros cúbicos, ampliables hasta 1000. Hoy en día, su capacidad se ha reducido al 46%, según registra el Proyecto Especial Chira Piura (PECHP), operador de esta infraestructura hidráulica. Los sedimentos, aportados durante los periodos lluviosos (arrastres de sedimentos río arriba Cuenca Catamayo Ecuador) y los fenómenos El Niño del 82-83 y 97-98, cubren el 54% de la capacidad del reservorio. Uno de los problemas que pueden suscitarse es que se suba la presa del embalse Poechos lo que podría afectar (inundar) gran cantidad de hectáreas de terreno al Ecuador” (Belletich 2015, párr. 1-9).

Capítulo Segundo

Desafíos ambientales y del cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira una llamada para la GIRH

“Tarde o temprano seguro que la naturaleza se vengará de todo lo que los hombres hagan en su contra.”
(Mahatma Gandhi, párr. 1)

En el siguiente capítulo se analizará los desafíos ambientales actuales que posee la Cuenca Transfronteriza Catamayo–Chira y los efectos que está causando el cambio climático, para lo cual se presentará las proyecciones de mapas climáticos (multianuales) de temperatura, precipitación y balance hídrico en la zona de estudio dentro del periodo 1981-2050, acorde a los escenarios RCP 4.5 y 8.5 realizados por el IPCC dentro de su Quinto Informe de Evaluación (AR5). Cabe indicar que la información utilizada para realizar los mapas fue tomada de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático realizada por Ecuador (2017).

1. Problemática ambiental y cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo -Chira

La cuenca transfronteriza Catamayo-Chira posee un “área de drenaje superficial de 18.420,4 km² hasta su desembocadura en el Océano Pacífico; en el territorio ecuatoriano se encuentra 7.270,4 km² y en el territorio peruano se encuentra a 11.150 km²” (PNUD 2014, 10). La cuenca nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3.780 m.s.n.m con el nombre de Catamayo, aguas abajo desde la confluencia de los ríos Macará y Catamayo toma el nombre de Chira, recorre 50 km, sirviendo de límite a Perú y Ecuador. “El flujo mensual promedio de esta cuenca es de 2.54 m³/s”, cabe indicar que muchas veces el caudal mensual promedio se encuentra por debajo del caudal ecológico ²⁷ con valores mínimos de 0.11 m³/s y máximo de 10.66 m³/s (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006, 22; PNUD 2014, 10).

²⁷ “El caudal ecológico (CE) en ríos y humedales es un instrumento de gestión que permite acordar un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, que establece la calidad, cantidad y régimen del flujo de agua requerido para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que proporcionan bienes y servicios a la sociedad” (WWF 2010, 1).

Como se indicó en el capítulo anterior, la cuenca en toda su extensión presenta una morfología diversa y compleja, su topografía es irregular por lo que favorece la erosión eólica e hídrica²⁸. La cuenca presenta once zonas de vida, que van desde el bosque pluvial montano hasta desierto tropical (CIIFEN 2016,47).

El régimen de precipitaciones de la zona de estudio es muy variado, en la parte alta de la cuenca la precipitación media anual va desde los 800 mm variando entre 1000 mm aproximadamente, el periodo lluvioso normal se encuentra en los meses de octubre a mayo. En la zona media la cuenca posee una precipitación media anual de 500 a 1000 mm, el periodo lluvioso se encuentra entre los meses de diciembre a mayo, con (CIIFEN 2016, 48; Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,13).

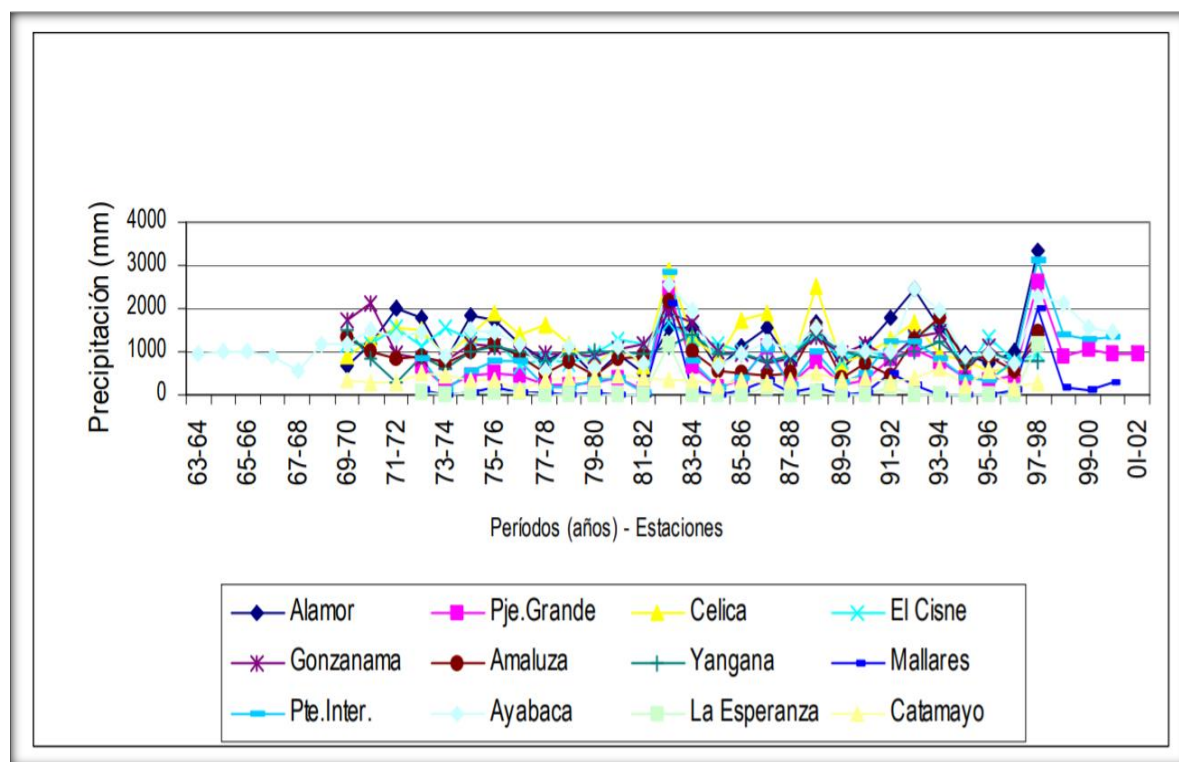
En la parte baja de la cuenca los periodos lluviosos son escasos y cuando se producen son cortos. Según el SENAMHI al lado Peruano la precipitación acumulada durante un periodo lluvioso normal (septiembre-mayo) es de 200 mm a excepción de los años cuando se produce el fenómeno de El Niño donde la precipitación acumulada del periodo lluvioso (septiembre-mayo) llega a los 2500 mm. Por este motivo el 51.1% del tiempo la cuenca media presenta precipitaciones de manera más intensa en los cantones Sozoranga, Macará y Zapotillo en Ecuador y la cuenca baja experimenta periodos lluviosos escasos, a excepción de zonas como las partes altas de los cantones de Gonzanama y Quilanga (Ecuador cuenca alta), donde llueve todo el año con una distribución regular, donde las medias anuales de las precipitaciones van de 1.000 a 2.000 mm aproximadamente (CIIFEN 2016, 48 & Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,13).

Tomando como ejemplo en el gráfico 4 se observa la distribución de la precipitación durante el período lluvioso comprendido entre los meses de septiembre a mayo de la cuenca baja de estudio (Chira-Piura), Se registró valores en 12 estaciones meteorológicas, evidenciando que no presenta variaciones muy variados, hasta la aparición del fenómeno del Niño, de los años 1982-1983 y 1997-1998 en los que se produce una aumento en los valores de la precipitación muy por encima de los registros normales en estas estaciones (CIIFEN 2016, 48 & Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,16).

²⁸ “La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. Su alteración no se limita a puntos o áreas limitadas como ocurre con la erosión hídrica El agua tiene la capacidad de erosionar el sustrato por el que discurre. Su fuerza erosiva es proporcional a la aceleración que adquiere en las pendientes” (CIIFEN 2016, 47).

Gráfico 4

Distribución de la precipitación durante el período lluvioso comprendido entre los meses de septiembre a mayo de la cuenca baja de estudio (Chira-Piura)



Fuente; Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,16

Elaboración: Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,16

Asimismo, un estudio Geoambiental de la cuenca realizado por Perú, 2006 y un estudio realizado por CIIFEN, 2016 mencionan, que la sequía es la amenaza de mayor probabilidad de ocurrencia y de mayor extensión; los cantones afectados son Calvas, Pindal, Celica, Puyango, Paltas, Espíndola y el sur del cantón Loja en Ecuador y en las provincias Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Paita, Piura, Sullana, y Talara en Perú. Aproximadamente, el 66% del territorio de la cuenca tiene una exposición alta a sequías (CIIFEN 2016,49 & Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,14). La cuenca Alta de estudio ha sufrido por varios años sequías extremas es así que 1960 y 1996 se declaró Estado de Emergencia, se decretó zona de Emergencia a la provincia de Loja por parte del Gobierno Nacional Ecuatoriano. Del mismo modo en los años 2004-2005 las intensas sequías provocaron pérdidas de cultivos, disminución de agua para consumo humano y animal, presencia de enfermedades y epidemias, aumento de los niveles de insalubridad, incremento de niveles de pobreza y acrecentamiento del nivel de migración. (CIIFEN 2016,49 & Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,14).

Con lo referente a las temperaturas en la cuenca, el análisis realizado por el Proyecto Binacional Chira-Catamayo indica que, con la información registrada en 16 estaciones meteorológicas de la cuenca, el régimen y variaciones de temperaturas de la zona de estudio se encuentran vinculados a la altura de los terrenos. Se puede considerar que los valores promedio van desde 7° C en la cuenca alta para alturas superiores a los 3.200 m.s.n.m, 20 ° C en la cuenca media y 24 ° C para la cuenca baja. Asimismo, se puede indicar que las temperaturas mayores se registran en los meses de enero a marzo, y disminuyen entre los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Los niveles más bajos se registran en los meses de junio a agosto, existiendo variaciones locales por exposición, orientación e inversión térmica (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,15 & PNUD 2014,10).

Por otro lado, según el Estudio Geoambiental de la cuenca del río Chira-Catamayo menciona que en relación al peligro por deslizamiento de masas han identificado que todos los cantones en la parte alta y media de la cuenca (Ecuador), a excepción de Zapotillo tienen superficies con exposición alta a los deslizamientos. Los pobladores de las zonas mencionan que los deslizamientos serían la amenaza más importante debido a sus graves impactos. Por el lado peruano según un estudio realizado por el Instituto Geológico Minero (2009) dentro de la región Piura, ha determinado 48 zonas críticas a deslizamientos de masas. Se debe tener presente, que muchas de estas zonas señaladas como críticas, presentan un comportamiento pasivo durante largos periodos de tiempo, cuando las condiciones climáticas son normales donde las precipitaciones en la zona costera de esta región son escasas. Sin embargo, cuando ocurre el Fenómeno del Niño se incrementan las precipitaciones provocando flujos de huaycos (flujos de lodo) (Luque, Vichez y Rosado 2009,5-6).

Según el Proyecto PACC (2009) menciona que “coincidiendo con los resultados de la encuesta, “base de datos de Desinventar” menciona que existe una mayor frecuencia de deslizamientos en la cuenca Catamayo-Chira” (EC Ministerio del Ambiente 2013, 10). Estos eventos representan un 52% de todos los eventos registrados para la cuenca, las inundaciones, por su parte, representan un 30% de todos los eventos y las sequías representan 12% de todos los eventos” (EC Ministerio del Ambiente 2013, 10).

En relación a las inundaciones se puede mencionar que en Ecuador el “17.5% de la cuenca, correspondiente a la zona media Zapotillo y Macará, tiene exposición alta a inundaciones de larga duración” (EC Ministerio del Ambiente 2009, 104). En Perú el impacto de las crecidas se produce en las zonas bajas provocando el desborde del río

Chira a río abajo del reservorio de Poechos. Otras zonas vulnerables en el lado peruano a las inundaciones son la cuenca del Piura y el conjunto del sistema Chira-Piura, ya que han registrado el colapso de los diques de defensa que protegen a las ciudades y a las áreas agrícolas en las partes medias y bajas de la cuenca del Chira y Piura, respectivamente (PE ANA, IRAGER 2016,6).

Uno de los eventos climáticos más devastadores que sufre la cuenca Catamayo-Chira durante varios años es el Fenómeno del Niño. Según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, señala que “el Fenómeno del Niño será dominante en la región tropical del Pacífico en el siglo XXI, sobre todo a la relación entre el Fenómeno del Niño y el cambio de la precipitación será más estrecha en una escala regional” (Carabine y Lemma 2014,10). Es conocido que los efectos del Fenómeno del Niño en Perú y Ecuador han llegado a ser catastróficos para sus economías, sobre todo en lo que se refiere a ciertas acciones sectoriales relacionadas con la agricultura, y a la infraestructura vinculada a estas actividades (obras de control de inundaciones, riego, infraestructura vial, conectividad) (Pourrut, 1993,15 & CAF, 2000,10).

Los eventos más fuertes del fenómeno del Niño de las últimas décadas, con un mayor registro de daños se desarrollaron entre los años 1982 y 1983 y entre los años 1997 y 1998, “donde las condiciones atmosféricas y oceánicas confluyeron para que vastas regiones de Sudamérica se vieran afectadas” (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006, 3). En el caso de estudio, la Cuenca Transfronteriza de Catamayo-Chira padeció los efectos del evento durante estos años. En Ecuador la cuenca Catamayo tuvo una menor influencia de la precipitación pluvial. Sin embargo, la zona fronteriza con el Perú cuenca Chira, se vio afectada en mayor intensidad en especial el departamento de Piura que corresponde a la zona baja de estudio, fue el escenario frecuente de la ocurrencia de desastres causados por el fenómeno del Niño, con la generación de precipitaciones pluviales excepcionales provocando inundaciones. Un ejemplo claro es el caso de la estación pluviométrica de Mallares, ubicada en la cuenca baja, normalmente registró un acumulado para el periodo lluvioso de 10-100 mm. Pero durante el fenómeno del Niño se registró un acumulado de 2.137,4 y 1.984,4 mm, es decir se presentaron valores por encima de los registros normales de esta estación (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006, 3).

Los efectos provocados durante la ocurrencia de este fenómeno en los años 1982 – 83 y 1997 – 98 en la zona baja de estudio (Perú), fueron demoledores, hubo destrucción de puentes y obras de arte en vías nacionales, edificaciones en zonas urbanas, colapsaron los sistemas de riego y drenaje principal del sistema Chira-Piura y las redes de

alcantarillado de las ciudades de Piura y Sullana, afectando a una población aproximada a los 600,000 habitantes. Asimismo, otros impactos provocados por este fenómeno fue el aumento de la pobreza, escasez y carestía de alimentos la por reducción de la frontera agrícola y abandono de la agricultura familiar, altos precios de los materiales de construcción y acelerada migración de población joven (PE ANA, IRAGER 2016,6). “Se estima que las pérdidas acaecidas durante estos eventos ascendieron a 2.300 y 3.000 millones de dólares para Ecuador y Perú respectivamente (14.6% y 4.5 % del PIB respectivo de cada país)” (CAF, 2000,10).

Otros efectos provocados por el fenómeno del Niño durante esos años en la cuenca Catamayo- Chira, fueron los deslizamientos producidos en la parte alta de la cuenca (Ecuador) (EC SENAGUA, DHPC 2016,198). Los efectos de los deslizamientos en la cuenca afectaron a las poblaciones, vías de comunicación, infraestructura hidráulica, etc., generando altos costos en los trabajos de recuperación de las zonas afectadas. Sumado esto a las pérdidas económicas ocasionadas por la interrupción de las actividades socio-económicas y comerciales que afectan a los países de estudio (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,12).

Las temperaturas durante variaciones del Niño de 1965 en las costas del Perú cuenca baja de estudio, entre los meses de marzo y abril se caracterizó por registrar temperaturas entre 24 °C y 25 °C. En septiembre de 1982 se observó un aumento de 2°C en la temperatura a lo largo de la costa peruana cuenca baja de estudio. En enero de 1983 se estimó temperaturas de 26 °C a 29°C, que se extendieron hasta la latitud 14°S, registrando anomalías del orden de 7°C, como promedio (Vilchez, Núñez y Valenzuela 2006,13).

Uno de los sucesos catastróficos que se presentó recientemente en la cuenca es el fenómeno llamado “El Niño Costero”. Según el Director del CIIFEN menciona que “El Niño 2016-2017, fue uno de los tres más fuertes desde 1950 para Ecuador”. Cabe indicar que al sur del Ecuador (cuenca alta de estudio) se evidenciaron precipitaciones deficitarias respecto al valor normal, lo cual impactó en menor intensidad desde el último trimestre del año 2016 e inicios del año 2017 (CIIFEN 2017,1).

En el lado Peruano los primeros indicios de El Niño Costero²⁹ de 2016-2017 se comenzaron a notar en Perú a finales de noviembre de 2016 y principios de enero del 2017. Los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Piura (zona baja de estudio) y

²⁹ El Niño Costero es una anomalía climática que se desarrolla exclusivamente en las costas de Perú y Ecuador, a diferencia del Fenómeno del Niño que se desarrolla a lo largo de las costas del Pacífico (López 2017).

Tumbes se vieron afectadas por fuertes temporales, el departamento de Piura fue declarado en estado de emergencia. Las áreas urbanas de Lima, Piura, Chiclayo, Arequipa y Trujillo han sido afectadas debido a las lluvias intensas que son el principal producto de este evento climatológico, lo que han ocasionado inundaciones, huaicos (masas de lodo) y desbordes que vienen afectando viviendas, vías de comunicación, instituciones educativas, locales públicos, áreas de cultivo y el aumento de enfermedades por la proliferación de plagas como dengue y Zika. Por consiguiente, en “la región Piura, se registró más de 211.000 personas y 41.000 viviendas afectadas, así como seis fallecidos, según información del 13 de marzo de 2017” (López 2017,1-8).

Dentro de la información recopilada por SENAGUA mencionan que la cuenca de Catamayo, en las tres últimas décadas, la precipitación pluvial muestra una tendencia a disminuir, mientras que se registra un aumento de la temperatura entre 0,7°C a 1,0°C. Con el aumento de la población, la demanda de agua podría crecer casi 300% al año 2050 y más de 1600% al 2100 en un escenario tendencial, sin medidas de ahorro y sin cambio climático. Con cambio climático, la demanda podría aumentar un 20% y un 24% más que en este escenario, y la disponibilidad total del agua podría bajar entre el 35% y 63% en relación con la disponibilidad actual en el año 2100 (EC SENAGUA, DHPC 2016,17).

El Secretario General de la OMM, Michel Jarraud menciona que “Las graves sequías y las inundaciones devastadoras que se están experimentando en las zonas tropicales y subtropicales caracterizan el presente episodio de El Niño (2016-2017), el más fuerte registrado desde hace más de 15 años”. Es aún incierto el hecho que el cambio climático esté afectando al Fenómeno del Niño. Una investigación publicada en la revista *Nature* en el 2014 basada en distintos modelos computacionales sostenía que “los episodios extremos del fenómeno del Niño aumentarán en frecuencia como consecuencia del cambio climático”. Sin embargo, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático referente global en cuanto a la ciencia del cambio climático, todavía no considera este vínculo como demostrado (Johnson 2014,2). Lo que si se conoce es que dicho fenómeno está siendo cada vez más intenso y está provocando más impactos en las zonas de estudio, principalmente en la zona baja de la cuenca (Perú). Especialmente las grandes ciudades están perdiendo su capacidad de adaptación y resiliencia. Por este motivo los gobiernos, las instituciones vinculadas a la protección de estas cuencas de cada país deben tomar acciones adaptativas y resilientes transfronterizas para evitar las consecuencias de estos impactos.

La situación del cambio climático aún se empeora en la cuenca Transfronteriza Catamayo –Chira ya que durante varios años ha sufrido la sobreexplotación de sus recursos en especial la explotación forestal. Lo que ha provocado procesos de desertificación, deforestación y erosión de los ecosistemas, en específico los bosques secos que han aumentado fuertemente la tala de especies forestales como el “hualtaco-*Loxopteriginum huasango*”, “cedro-*Cedrela odorata*”, “bálsamo-*Myroxylon balsamum*”, “almendro-*Caryocar coccineum Pilger*”, “ébano-*Caesalpinia paraguariensis*”, “palo santo-*Bursera graveolens*”, “algarrobo-*Prosopis pallida*”, entre otras; que se han dedicado a la obtención de carbón y leña, lo que está provocando la alteración del ciclo hidrológico y mayor escorrentía e incidencia en las inundaciones y sequías (EC SENAGUA, DHPC 2016, 20).

Otro de los grandes problemas ambientales que posee la cuenca de estudio es la explotación y la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas, lo que está causando el aumento de la degradación y erosión de los suelos, sobre todo al contar con una capa arable muy frágil para la regeneración natural en toda la zona de estudio. Gran parte de la cuenca se evidencia la erosión de las riveras provocadas por la expansión agrícola, y la deforestación. La agricultura es una de las actividades económicas más importantes en la cuenca. En la zona alta y media (Ecuador) posee una característica rural predominante de la población en la mayoría de los cantones. Los principales cultivos son maíz, café, caña, fréjol, maní, arroz; todos cultivados por pequeños y medianos productores a excepción de la caña de azúcar, cuya producción es realizada a nivel industrial (EC SENAGUA, DHPC 2016, 142). Mientras que en la zona media y baja (Perú), la mayoría del territorio se encuentran hectáreas de plantaciones de banano orgánico para exportación, cultivos de caña para la producción de etanol, cultivos de arroz, frutales diversos, camote, cebolla y hortalizas (PE ANA, IRANGER 2016,8).

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas es un problema alarmante, ya que toda la Cuenca Catamayo-Chira posee vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos sin previo tratamiento de las poblaciones aledañas. Además, existen deficiencias del sistema de alcantarillado, inexistencia de plantas de agua potable y tratamiento de aguas residuales (en varias zonas dentro de la cuenca). Sin olvidar que existe además contaminación agrícola (EC SENAGUA, DHPC 2016, 2 & PE ANA, IRANGER 2016,25).³⁰

³⁰ En septiembre del año 2005 da comienzo el Proyecto Twinlatin y, en su componente de calidad del agua, a partir de 2006 da inicio al Programa de Monitoreo de la Cuenca Binacional Catamayo Chira,

Existe una ausencia de tecnificación y control de la distribución del agua para uso agrícola y poblacional; sin contar que no se respeta el ordenamiento territorial y las restricciones de la expansión agrícola. Otro factor de contaminación son los vertimientos de provocados por la minería formal e informal sin tratamiento. Sobre todo para el lavado de los metales, se usan sustancias químicas (como el mercurio) las que una vez utilizadas son arrojadas directamente al río sin control alguno (EC SENAGUA, DHPC 2016, 2 & PE ANA, IRANGER 2016,25).

Estas problemáticas están causando el deterioro de la calidad del agua (por presencia de metales pesados, turbidez, aceites, coliformes fecales y totales, altos índices de fosforo y nitrógeno, entre otros que sobrepasan los límites máximos permisibles de las legislaciones de cada país). Pérdida de especímenes acuáticos como bioindicadores, sedimentación de los ríos provocando que el recurso no sea apto para consumo humano y riego. La situación se agrava más cuando ocurre en épocas de sequía pues el caudal de la cuenca es mínimo y disminuye la capacidad de depuración del río y la disponibilidad hídrica, causando conflictos sociales en todos los usuarios de la cuenca en especial los agricultores. Lo que obliga en la parte baja de la Cuenca (Perú) a la sobreexplotación de aguas subterráneas³¹ (PE ANA, IRANGER 2016, 25 & PNUD 2014,34)

Un claro ejemplo de esta situación es el embalse Poechos (ver gráfico 5), ubicado en la cuenca baja de estudio la problemática que enfrenta dicho embalse es grave, ya que como se mencionó anteriormente ha perdido su volumen útil hasta aproximadamente la mitad de su capacidad (esta dimensionada por almacenar a 880 millones de metros cúbicos, con ampliación posible a 1 000 millones) debido al alto grado de sedimentación encontrado en la presa. Según el proyecto Chira-Piura, encargado de la operación, indican una pérdida del 54% hasta el 2015.

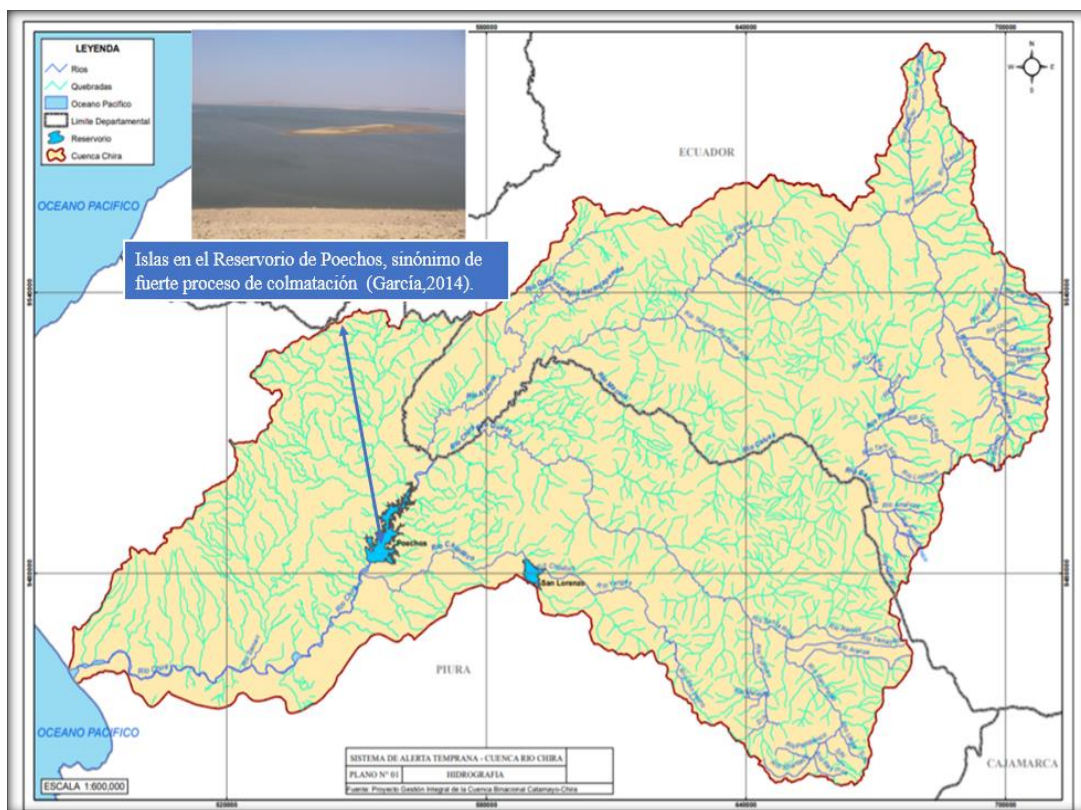
dentro de los resultados obtenidos de este programa de monitoreo se muestrea que "el parámetro más significativo es el microbiológico. La presencia de bacterias coliformes termotolerantes indica claramente la ocurrencia de vertidos de aguas residuales domésticas (fecales) sin previo tratamiento, lo que supone el principal problema de la cuenca con respecto a la calidad del agua a concentración de estas bacterias en el agua es un riesgo para la salud humana y la del ganado y hacen suponer la existencia, probable, de otros parásitos infecciosos para el hombre" (AECID 2006, 1-67).

³¹ El proyecto binacional Chira - Catamayo, en su plan de ordenamiento para la gestión integral y compartida de la cuenca, realizó un inventario de fuentes de agua subterránea, "donde se han identificado un total de 472 fuentes, de las cuales 371 son pozos excavados, 100 pozos perforados y un manantial captado totalizando una masa anual de 13'856.914 m³. El 82% se encuentran en el sistema Chira (acuífero superior aluvial del río Chira, acuífero inferior confinado de Chira, acuífero libre Valle Alto Piura, acuífero confinado Valle Alto Piura) y el resto distribuido en cada una de las subcuencas. El recurso se explota en algunas subcuencas para uso agropecuario, doméstico e industrial en forma no racional ni planificada. La parte baja (Chira-Piura) es donde se supone y se constata que el recurso está en mayor cantidad y donde más se explota actualmente con pozos excavados superficiales y pozos profundos (por el sector agrícola) (Romero 2014, 10-15)

Considerando que los eventos extremos de Niños pasados en el 82-83 y en el 97-98 serían responsables de la mayor parte de esta pérdida de volumen útil con una acumulación de sedimentación puntual muy importante. Se puede pensar que el Niño Costero ocurrido en el 2016-2017 pudo haber hecho perder de nuevo un volumen útil significativo, sin olvidar que debido a las precipitaciones intensas ocurrió roturas en el dique izquierdo del valle del Bajo Piura provocando el desborde del río, inundaciones y huaicos. Esta situación, acrecentaría la probabilidad de retornar a una emergencia por sedimentación, reducción de la capacidad o pérdida de vida útil del embalse; creando así las condiciones para una sobre explotación de las aguas subterráneas de la cuenca del Chira, o la subida de la Presa lo cual provocaría conflictos con el lado Ecuatoriano (PE ANA, IRANGER 2016,25).

Mapa 2

Localización Embalse Poechos



Fuente: AECID, Plan Binacional Catamayo-Chira 2005

Elaboración: AECID, Plan Binacional Catamayo-Chira 2005

2. Proyecciones de mapas climáticos de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Sabemos que tanto Ecuador y Perú son países vulnerables ante el cambio climático, en específico la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, que como se mencionó anteriormente está expuesta a inundaciones, sequías, deslizamientos. Principalmente los asociados al fenómeno del Niño y la Niña, que a su vez están provocando consecuencias significativas sobre los diversos sectores tales como la agricultura, la economía, la salud, la disponibilidad de agua, entre otros.

Con estos antecedentes se procedió a realizar proyecciones climáticas de precipitación temperatura y balance hídrico de la cuenca de estudio. Para mayor detalle la explicación de la elaboración de las proyecciones climáticas de temperatura, precipitación y balance hídrico de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira se especifican en el Anexo 2.

Con las precauciones respectivas a la incertidumbre de los mapas presentados en este trabajo, es necesario indicar que los datos históricos (1981-2005) presentados provienen de la base de datos referente a la TCN de cambio climático de Ecuador realizada por el MAE, la cual ya fue sujeta a una previa interpolación de los puntos medidos reales por la institución. Asimismo la base de datos para la realización de las proyecciones de mapas climáticos (multianuales, 2011-2050) para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 fueron previamente interpolados para la realización de la TCN de Cambio Climático de Ecuador, que tuvo el soporte técnico del INAMHI, el sustento científico de la Universidad de Cuenca y la Escuela Politécnica Salesiana, y el apoyo tecnológico de la Fundación Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (EC Ministerio del Ambiente 2017,384).

Cabe indicar que, los mapas de precipitación y temperatura fueron elaborados mediante la utilización de los datos mensuales de la precipitación y la temperatura media de cada año para el periodo de estudio 1981-2050 (obtenido de la TCN de Ecuador 2017). Los datos se encontraban en formato Net-CDF, por lo que se convirtió los datos en formato Excel, pese a que en ArcGis se podían utilizar los datos en formato Net-CDF. Pero se seleccionó trabajar en Excel para un mejor manejo de los datos; posteriormente se procedió a realizar una sumatoria anual de los datos de precipitación de todos los meses para cada año del periodo establecido (1981-2050). Asimismo, se realizó un promedio

anual de los datos de temperatura de todos los meses para cada año del periodo establecido (1991-2050).

Una vez realizadas las sumatorias y los promedios de las variables se procedió a utilizar ArcGIS 10.3 para convertir los datos en *shapes* y proceder a efectuar un corte de la información con el sitio de estudio (*shape* de la Cuenca Catamayo-Chira). Una vez realizado el corte se procedió a convertir los archivos en formato *raster* para realizar la interpolación de los datos de temperatura y precipitación mediante la herramienta *Spatial Analyst Tools* de ArcGIS (*interpolation- IDW*).

Con los mapas obtenidos para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 de todas las variables temperatura, precipitación y balance hídrico se procedió a realizar una diferencia (resta) entre el mapa proyectado RCP 4.5 (2011-2050) y el mapa del histórico (1981-2005); y una diferencia (resta) entre el mapa proyectado RCP 8.5 (2011-2050) y mapa del histórico (1981-2005) para la obtención de los mapas de las diferencias de valores para cada una de las variables mencionadas anteriormente.

Es importante mencionar que dichos mapas son proyecciones estimadas que podría presentarse en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira bajo los escenarios propuestos. Además, se trata de un estudio macro ya que los mapas fueron elaborados por años (1981-2005 periodo histórico 25 años; 2011-2050 periodo proyectados RCP4.5 y RCP 8.5 40 años).

A continuación en la siguiente tabla se podrá observar las siguientes proyecciones de mapas climáticos cuenca transfronteriza Catamayo-Chira³²

Tabla 5
Proyecciones de mapas climáticos cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Variable	Mapas
Precipitación	Precipitación Histórica -Precipitación Histórica (1981-2005) RCP 4.5 -Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 -Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica. RCP 8.5

³² Para una mejor visualización en el Anexo 3 se podrán observar dichos mapas de forma ampliada.

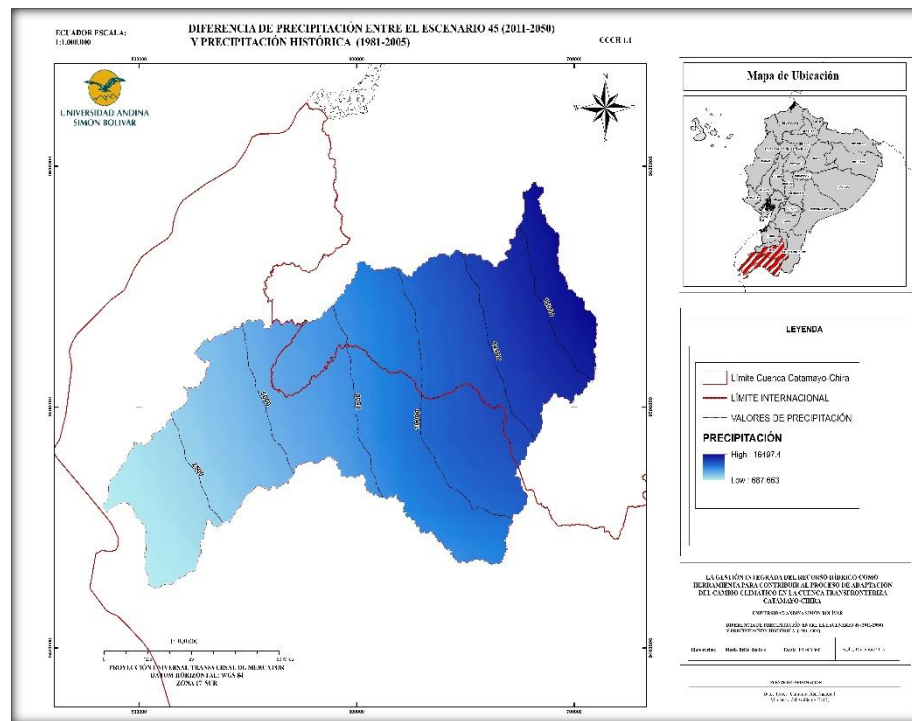
	<p>-Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5, para el periodo 2011-2050</p> <p>-Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica.</p>
<i>Temperatura</i>	<p>Temperatura Histórica</p> <p>-Temperatura Histórica (1981-2005)</p> <p>RCP 4.5</p> <p>-Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5, para el periodo 2011-2050</p> <p>-Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica.</p> <p>RCP 8.5</p> <p>-Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5, para el periodo 2011-2050</p> <p>-Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica.</p>
<i>Balance Hídrico</i>	<p>Balance Hídrico Histórico</p> <p>- Balance Hídrico Histórico (1981-2005)</p> <p>RCP 4.5</p> <p>- Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5, para el periodo 2011-2050</p> <p>-Diferencia entre la Balance Hídrico proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico.</p> <p>RCP 8.5</p> <p>- Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5, para el periodo 2011-2050</p> <p>-Diferencia entre el Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico histórico.</p>

Fuente: propia

Elaboración propia.

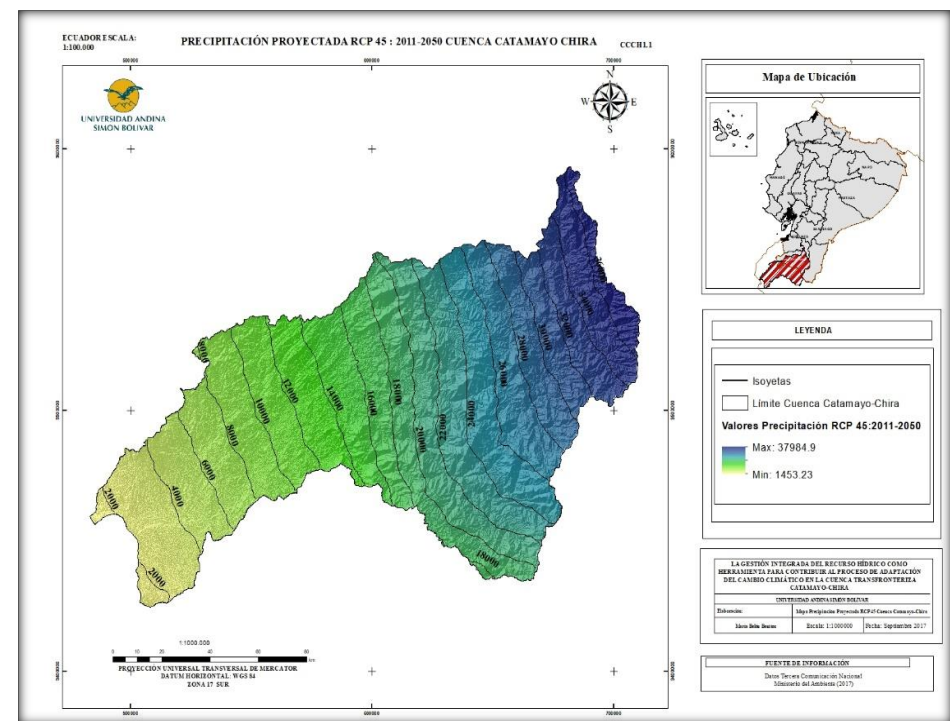
Mapa 4

Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica



Mapa 5

Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5, para el periodo 2011-2050



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

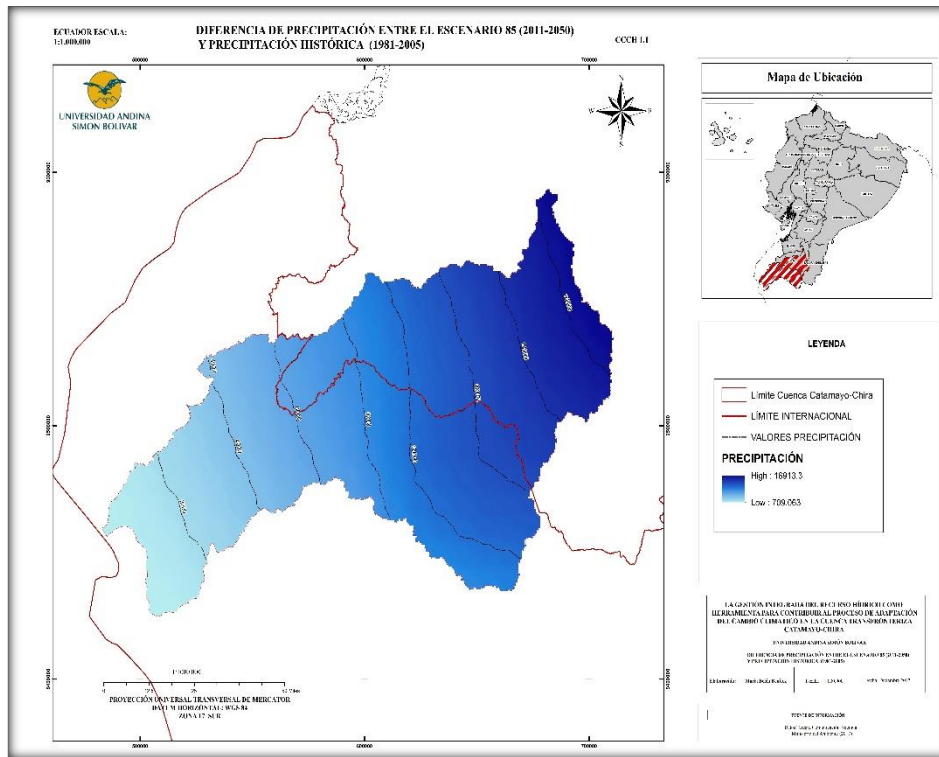
Como se puede observar en el mapa 2 se encuentra la diferencia entre la precipitación historia y la precipitación con el escenario RCP 4.5 de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. En la parte alta de la cuenca (Catamayo) se evidencia que existe un incremento de máximo 16000 mm acumulados aproximadamente lo que nos daría un diferencial alrededor de un 40% de incremento de precipitación. Mientras que en la parte media de la cuenca (zona transfronteriza) existe un incremento de 7.500 mm aproximadamente teniendo un diferencial alrededor de un 40% de la precipitación. Para la parte baja de la cuenca (Chira) existe un incremento mínimo de 687 mm aproximadamente lo que nos daría un diferencial alrededor de un 4% de incremento de precipitación.

Asimismo, en el mapa 3 nos indica los resultados de la aplicación del escenario RCP 4.5, para el período 2011-2050 (40 años) en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, se evidencia que en la parte alta de la cuenca (Catamayo) presenta valores de isoyetas de 925 mm al año aproximadamente, con un valor estimado de 37.000 mm acumulados para todo el periodo (40 años). Con lo que respecta a la parte media de cuenca (zona transfronteriza) se presentan valores de alrededor de 450 mm al año, con valor estimado de 18.000 mm al año acumulado durante los 40 años.

En la parte baja de la cuenca (Chira) presentan valores de isoyetas de 50 mm al año aproximadamente, con un valor estimado acumulado de 1453 mm durante los 40 años, con el escenario RCP 45 se considera que la cuenca baja no existe una rango de precipitación variable es decir no habría cambios en la parte baja de la cuenca de estudio (cabe indicar no habría cambios siempre y cuando a la cuenca se mantenga como esta en el estado actual, es decir no aumente la contaminación, que se tomen medidas de adaptación, se realice un manejo integral de la cuenca a nivel transfronterizo, entre otros).

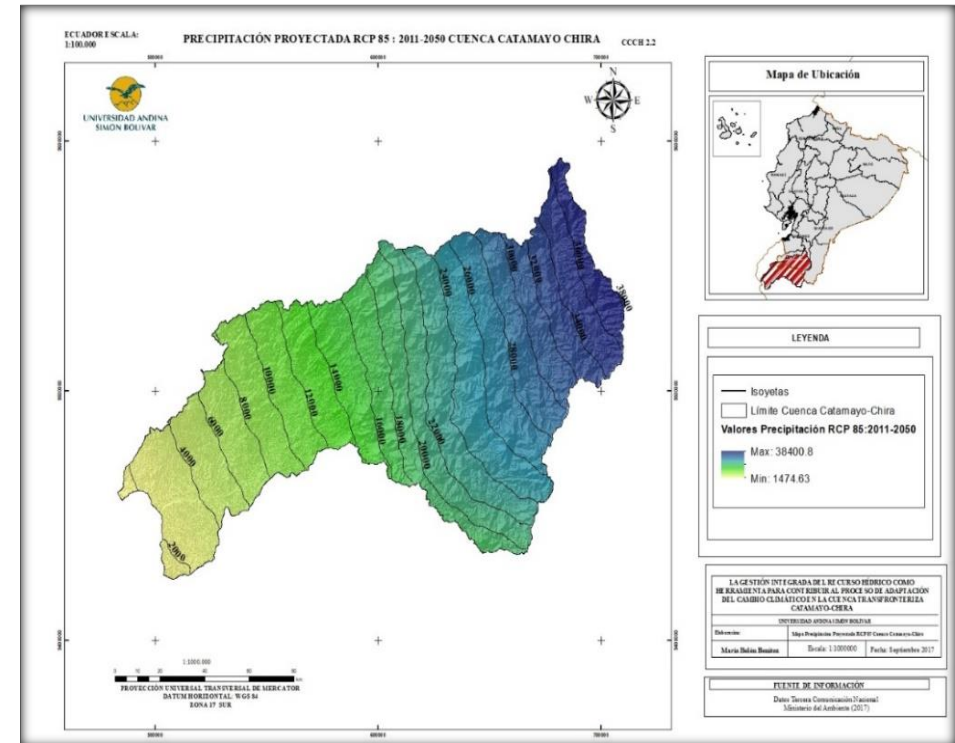
Mapa 6

Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica



Mapa 7

Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050



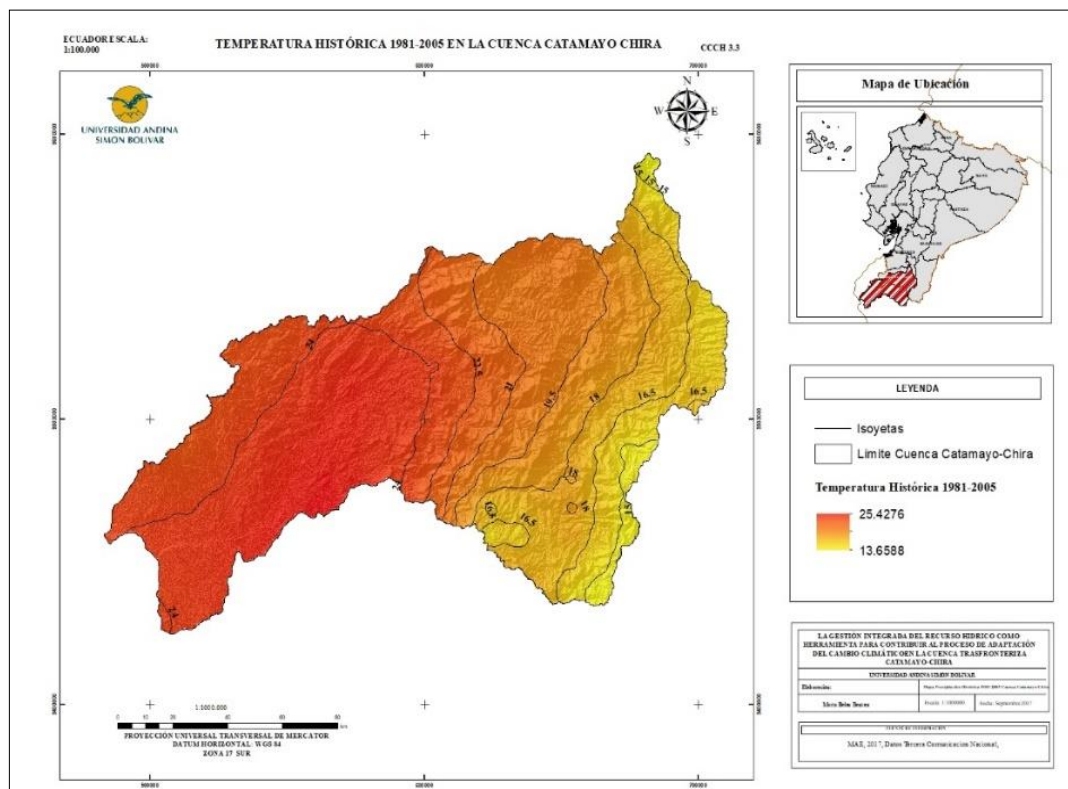
Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

Como se puede observar en el mapa 4 se encuentra la diferencia entre la precipitación historia y la precipitación con el escenario RCP 8.5 de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. En la parte alta de la cuenca (Catamayo) se evidencia que existe un incremento de 16913 mm acumulados aproximadamente lo que nos daría un diferencial alrededor de un 40% de incremento de precipitación. Mientras que en la parte media de la cuenca (zona transfronteriza) existe un incremento de 6000 mm aproximadamente teniendo un diferencial alrededor de un 40% de la precipitación. Para la parte baja de la cuenca (Chira) existe un incremento de 709 mm aproximadamente lo que nos daría un diferencial alrededor de un 4% de incremento de precipitación

El mapa 5 nos indica los resultados de la aplicación del escenario RCP 8.5, para el período 2011-2050 en la cuenca Transfronteriza Catamayo Chira. Se evidencia que en la parte alta de la cuenca (Catamayo) presenta valores de isoyetas de 950 mm al año, con un valor estimado de 38.000 acumulados en el periodo durante los 40 años. Con lo que respecta a la parte media de la cuenca (zona fronteriza) se presentan valores de 400 mm al año, con valor estimado de 18.000 mm al año acumulado durante los 40 años.

En la parte baja (Chira) de la cuenca presentan valores de isoyetas de 80 mm al año, con un valor estimado acumulado de 2.000 mm durante los 40 años, con el escenario RCP 8.5 se considera que la cuenca baja aparentemente quedaría conservada. Es decir, no habría cambios drásticos en la parte baja de la cuenca de estudio de manera general. Sin embargo, hay que tomar en cuenta los fenómenos climáticos como ENSO y las medidas de gestión que se están realizando en la cuenca.

Mapa 8
Temperatura histórica (1981-2005)



Fuente: MAE 2017.

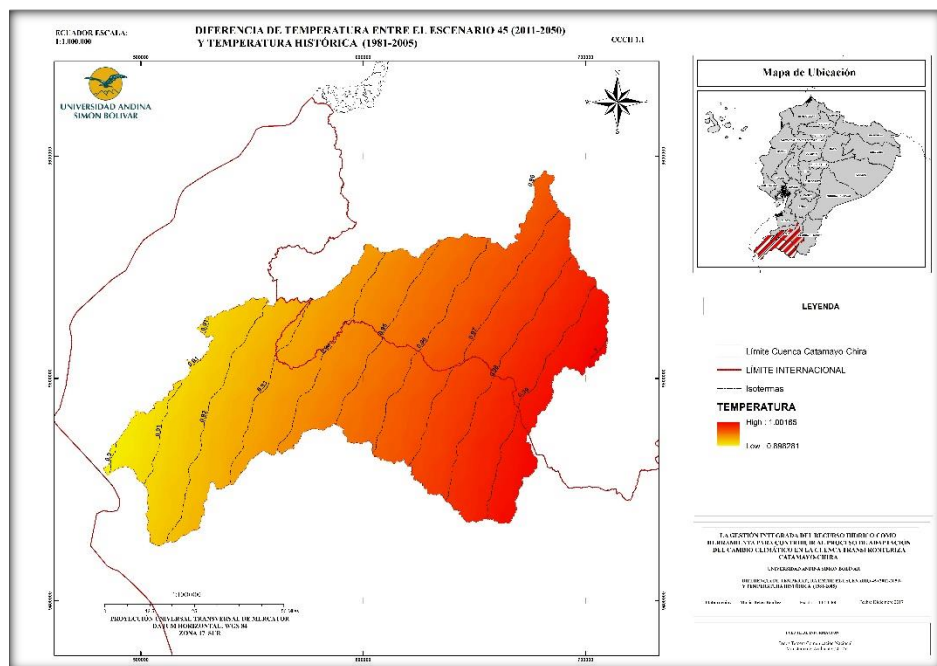
Elaboración: propia.

En el mapa 6 se observa los resultados de la distribución espacial de la temperatura histórica en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira para el periodo histórico 1981-2005 (25 años). Se puede mencionar que en la parte alta cuenca (Catamayo) la temperatura media presenta valores de 15 a 20 °C aproximadamente, mientras que en la cuenca media (zona transfronteriza) los valores van alrededor de 20 a 24 °C. En la cuenca baja (Chira) los valores de temperatura oscilan entre 24 a 25°C. Estos resultados corroboran el principio que por cada 100 msnm se incrementa 0.65 grados centígrados (“el gradiente vertical de temperatura (GVT) que determina el enfriamiento del aire en altura y la consiguiente condensación del vapor de agua: 0.65 °C/100m”) (Pérez, Ramírez y Peña 2016,4).

Estas temperaturas generan que los ciclos biogeoquímicos en la cuenca produzcan una función de formación de suelos característicos de zonas áridas y desérticas que, junto a la precipitación, genera ecosistemas como el bosque seco y sus interacciones con la fauna. No existe variación de la temperatura en este período seleccionado.

Mapa 9

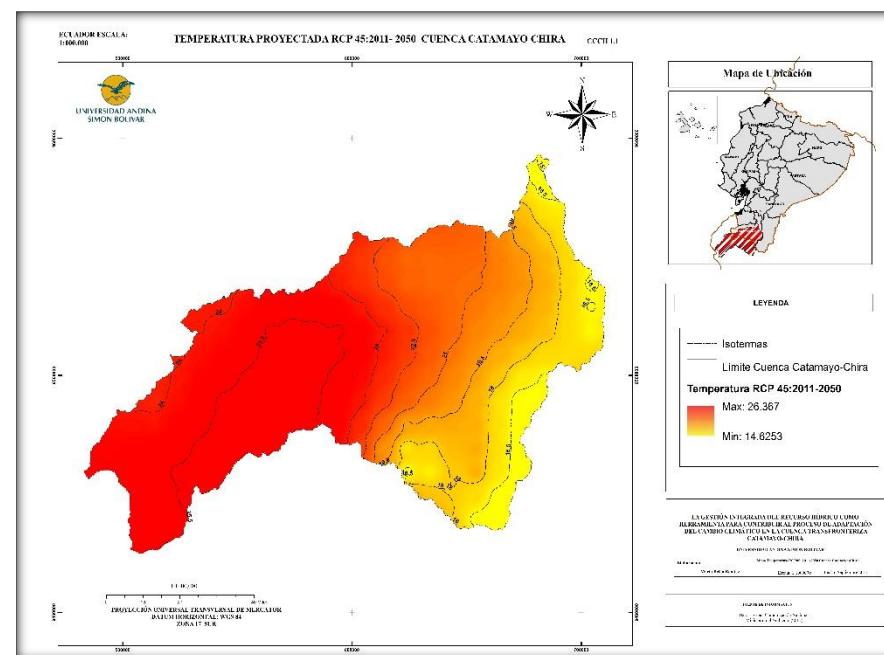
Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

Mapa 10

Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050



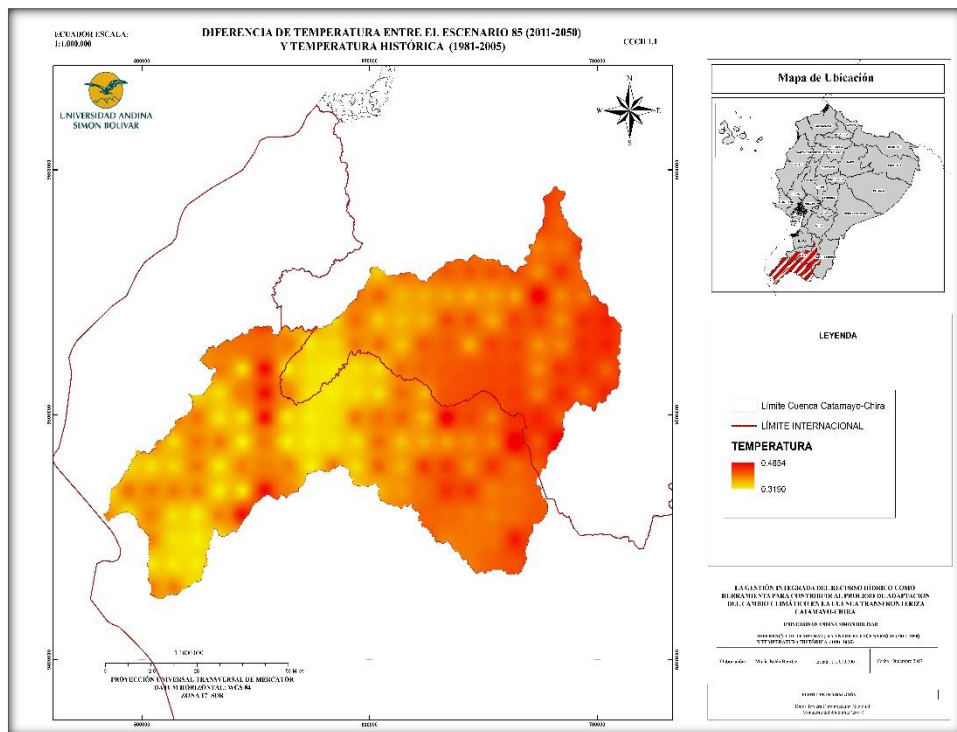
Como se puede observar en el mapa 7 se encuentra la diferencia entre la temperatura historia y la temperatura con el escenario RCP 4.5 de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. En la parte alta de la cuenca (Catamayo) se evidencia que existe un incremento máximo de aproximadamente 1 grado centígrado. Mientras que en la parte media de la cuenca (zona transfronteriza) y la parte baja de la cuenca (Chira) existe un incremento mínimo de aproximadamente 0.8 grados centígrados, con esto se puede considerar que con el aumento de la temperatura, las sequías y otros fenómenos climáticos podrían afectar a la cuenca de una manera considerable si no se realizan medidas de adaptación y mitigación a tiempo.

El mapa 8 nos indica los resultados de la temperatura de la aplicación del escenario RCP 4.5, para el período 2011-2050 (40 años) en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, se evidencia que el 80% de cobertura de la cuenca (zona baja y media Perú y zona media Ecuador) se encuentra en un rango de 20-25 grados centígrados. Dando un 10% de reducción de cobertura en la parte media y alta de la cuenca debido al cambio climático en comparación con el mapa de temperatura observada (1981-2005). Generando así un aumento de área con temperaturas que oscilan entre 15-20 grados centígrados.

Se hace un llamado para la gestión de medidas de adaptación, el cambio climático no es cuestión únicamente de multinacionales que contaminan. Es la calefacción, el transporte, cosas que conciernen a cada uno de nosotros. El clima no está a merced de la fatalidad, la humanidad tiene el poder de actuar o bien o mal. Y ello nos da una responsabilidad nueva. Así que, como se viene diciendo desde hace varios años, deberíamos pensar globalmente y actuar localmente

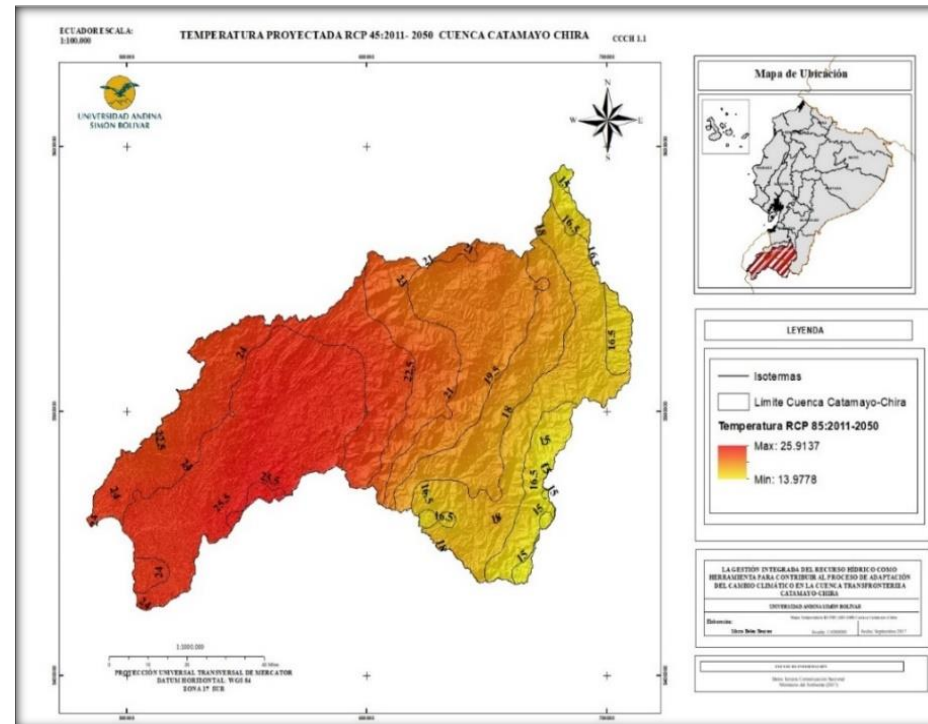
Mapa 11

Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica



Mapa 12

Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

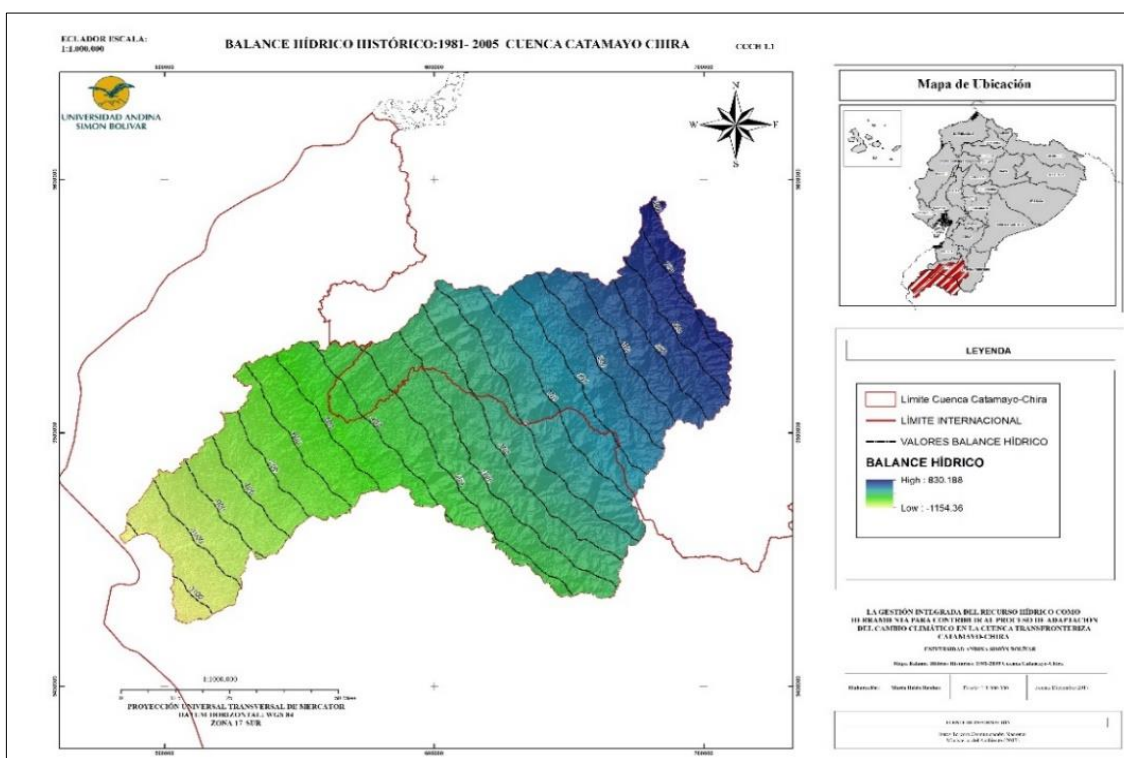
En el mapa 9 se encuentra la diferencia entre la temperatura historia y la temperatura con el escenario RCP 8.5 de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. De manera general se puede mencionar que en la parte alta de la cuenca (Catamayo) se evidencia que existe un incremento máximo de aproximadamente 0.4 grado centígrado. Mientras que en la parte media de la cuenca (zona transfronteriza) y la parte baja de la cuenca (Chira) existe un incremento mínimo de aproximadamente 0.3 grados centígrados, como se puede observar existe una diferencia de rangos mínima entre los dos mapas.

El mapa 10 nos indica los resultados de la temperatura de la aplicación del escenario RCP 8.5, para el período 2011-2050 (40 años) en la cuenca Transfronteriza Catamayo -Chira, se puede evidenciar que el porcentaje de cambio del área de estudio va desde los 14-26 grados centígrados aproximadamente. No es significativo para la variabilidad de temperatura media. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la variación de la temperatura mínima y máxima. Es decir que, la variabilidad climática es un factor de mayor peso para el estudio de la cuenca y no el cambio climático con el escenario RCP 8.5. En la parte alta de la cuenca (Catamayo) se puede evidenciar que existe un cambio en la cobertura del área de temperatura, ya que como se observa tiende a descender lo que provocaría una variación en los hidrosistemas de la cuenca.

Haciendo mención al Acuerdo de París se debería incentivar medidas tanto de adaptación (acciones de gobernanza transfronteriza a favor de la protección de cuenca) y mitigación (sumidero de carbono al ecosistema generado en esta cuenca) para limitar el aumento de la temperatura mundial a 2° C y lo más cerca posible de los 1,5 grados mediante la disminución de emisiones de GEI.

A continuación, se observará las proyecciones de los mapas de balance hídrico del periodo histórico (1981-2005), las diferencias entre el mapa histórico y los escenarios RCP 4.5- histórico y RCP 8.5 y los mapas proyectados bajo los dos escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del quinto informe del IPCC, del periodo 2011-2050 para la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira. Con lo que respecta a la información de cambio de uso y cobertura del suelo, se indica que el procesamiento de los datos se realizó con información levantada hasta el año 2013 (a nivel de los dos países). Sin embargo, el grado de incertidumbre para el cambio futuro debe ser considerado con una certeza para generar escenarios de cambio de uso de suelo.

Mapa 13
Balance Hídrico Histórico (1981-2005)



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

En el mapa 11 se representa el balance hídrico en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira para el periodo histórico. Se puede observar que considerando una serie de datos disponibles para el período 1981-2005 (25 años), en gran parte de la cuenca (Catamayo), existe un superávit (excedente) hídrico de 1-800 mm anuales aproximadamente, mientras que en la cuenca media (zona Fronteriza) y baja (Chira) se observa déficit que va de 0 a 1.154 mm anuales aproximadamente (durante los 25 años).

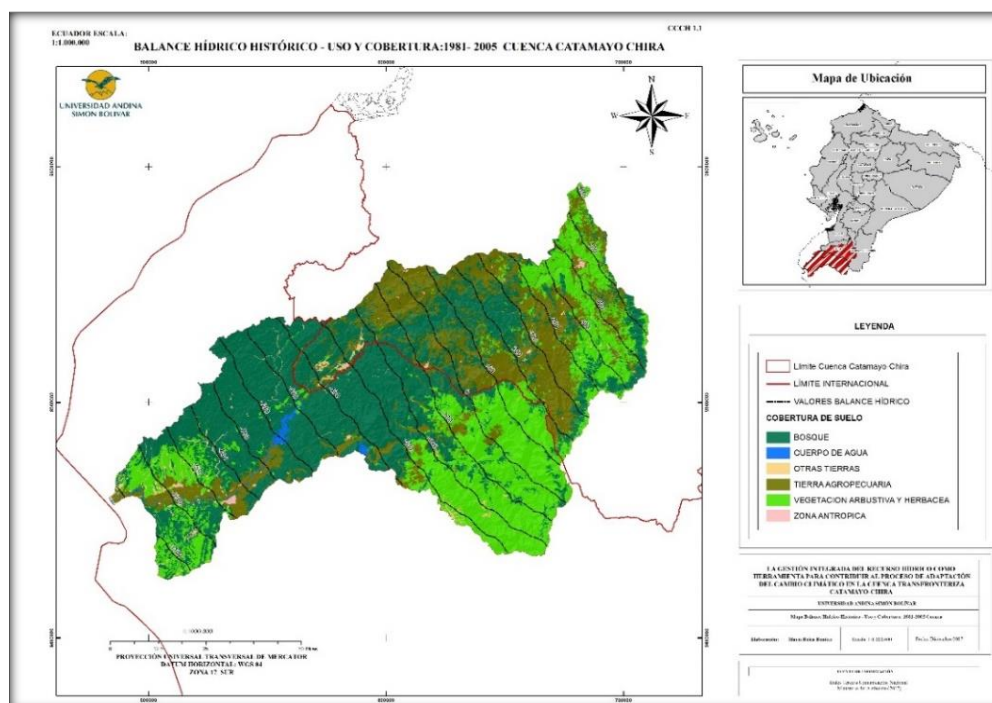
Estos resultados corroboran con los obtenidos en la distribución espacial de la precipitación para el periodo histórico, ya que en las cuencas media y baja el régimen de precipitación va desde 765 a 10.000 mm para toda la serie histórica disponible. Es decir 300 mm de precipitación por año para la cuenca media y 80 mm para cuenca baja por año. La precipitación para toda la serie de datos es igual a 21.000 mm acumulados para los 25 años, representando un valor de 840 mm por cada año.

En cuanto a la temperatura en la cuenca baja (Chira) los valores de temperatura oscilan entre 24 a 28 °C. Según Vásquez, (2011) en la actualización del mapa regional del sector agrario de Piura señala que en esta zona las temperaturas oscilan 15°C

a 34.2°C, mientras que las precipitaciones varían de 10 a 200 mm por año en zonas cuya cota máxima es 500 m.s.n.m.

Como se puede observar la cuenca de estudio en su mayor porcentaje es deficitaria y en un menor porcentaje es excedentaria dado los sistemas atmosféricos predominantes en esta latitud. Esta desigualdad de balance hídrico en la cuenca se debe a la diferencia térmica generada por el proceso de la temperatura y radiación que inciden en la cuenca; observando que la distribución de la precipitación y el ciclo hidrológico corresponden a la distribución topográfica de la cuenca y la generación de bioclimas en la unidad de estudio.

Mapa 14
Balance Hídrico Periodo Uso y Cobertura del Suelo Histórico (1981-2005)



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

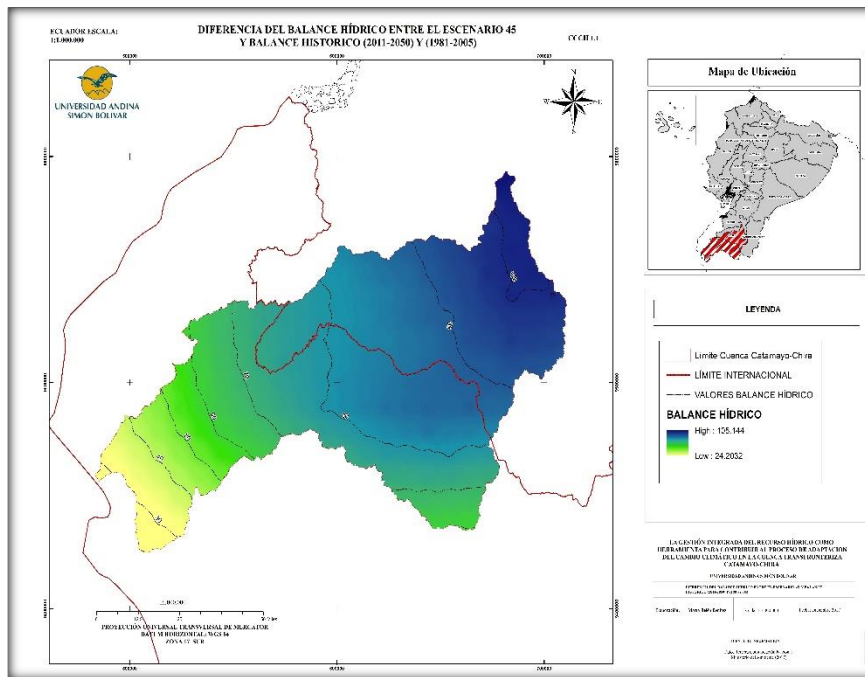
En el mapa 12 se observa el uso y cobertura de suelo con balance hídrico en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, se indica que la distribución topográfica ha generado bioclimas que presentan una distribución de cobertura y uso heterogénea. Al observar el mapa se evidencia que la cuenca esta conservada con predominancia de vegetación bosque en la zona alta (Catamayo) y media (zona fronteriza) de la cuenca Boque Nativo y en la zona baja (Chira) bosque seco, lo que genera una dinámica de rendimiento hídrico con escorrentías altas y gran pérdida de suelo. Para los otros usos se

observa que la distribución de la cobertura y uso generan diferentes propiedades hidrofísicas de la cuenca que pueden generar escorrentías variables a lo largo de cuenca.

Los resultados de la distribución de uso de la tierra de la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira indican que la mayor superficie de la cuenca está representada por bosque (Bosque seco, Bosque Húmedo Ecuador / Bosque Nativo, Plantación Forestal Perú) con un porcentaje del 46%, seguido por vegetación arbustiva y herbácea porcentaje de 29%. Posteriormente se ubica tierra agropecuaria con un porcentaje de 23 % y finalmente se encuentra los cuerpos de agua con un porcentaje de 1%, zonas antrópicas con un porcentaje 1%, y otras con un porcentaje de 1%.

Mapa 15

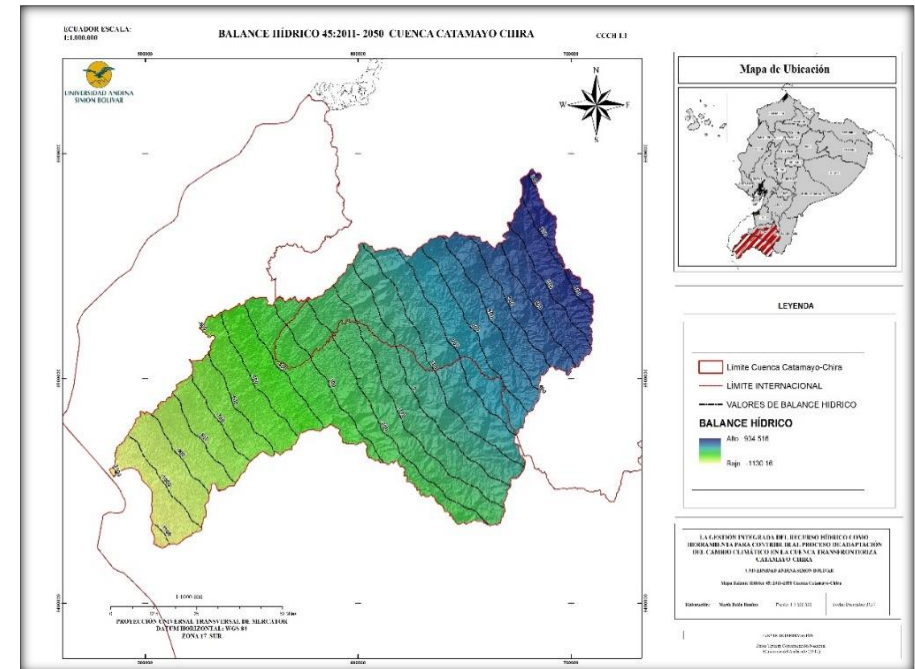
Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico



Fuente: MAE 2017
Elaboración propia

Mapa 16

Balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050

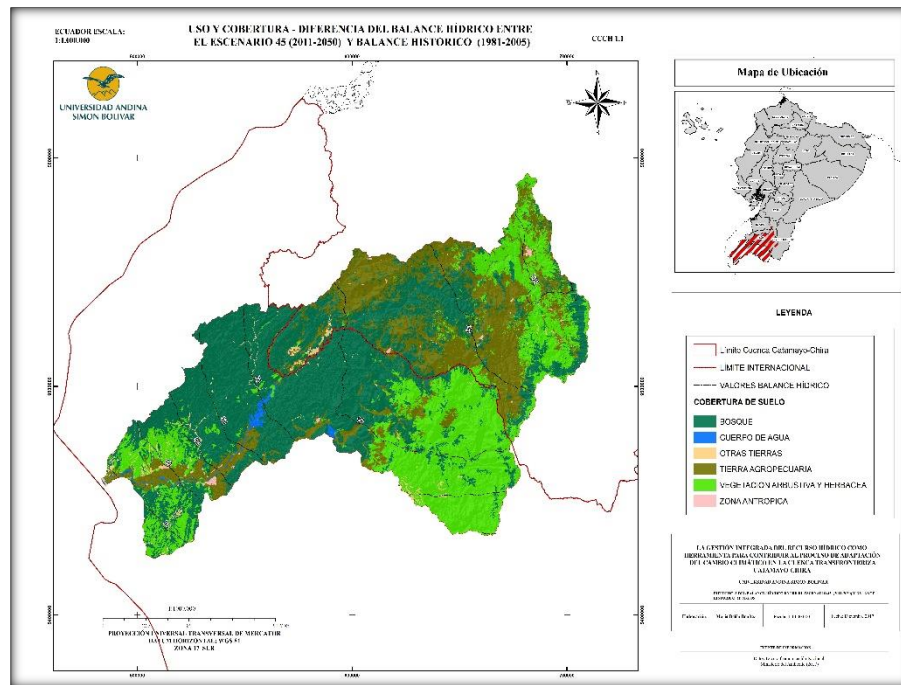


El mapa 13 se observa la diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico. Como se puede observar en la parte alta de la cuenca (Catamayo) presenta un diferencial de aproximadamente 132.57 mm, mientras que la zona transfronteriza muestra un diferencial de alrededor 80 mm y la parte baja muestra un diferencial de alrededor 22.81 mm aproximadamente. Vemos que la cuenca de estudio en su mayor porcentaje es deficitaria y en un menor porcentaje es excedentaria dado los sistemas atmosféricos predominantes en esta latitud

Mientras que en el Mapa 14 el balance hídrico en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira para el periodo 2011-2050 con el escenario RCP 4.5, el 50% de la cuenca alta (Catamayo) y media (zona fronteriza) presenta un balance hídrico positivo (excedentario) que tiene un rango de 0/ 934,51 mm acumulados aproximadamente durante los 40 años y el otro 50% de la cuenca baja (Chira), presentan un balance hídrico negativo (deficitario) que tiene un rango de 0 /-1130 mm acumulados aproximadamente durante los 40 años. Con el escenario RCP 4.5 se observa que un área de la cuenca media tiene mayor precipitación y presenta mayor almacenaje por lo tanto en referencia al valor histórico hay una mayor cobertura de almacenaje hídrico produciendo un cambio de zona deficitaria a zona excedentaria en esta franja.

Mapa 17

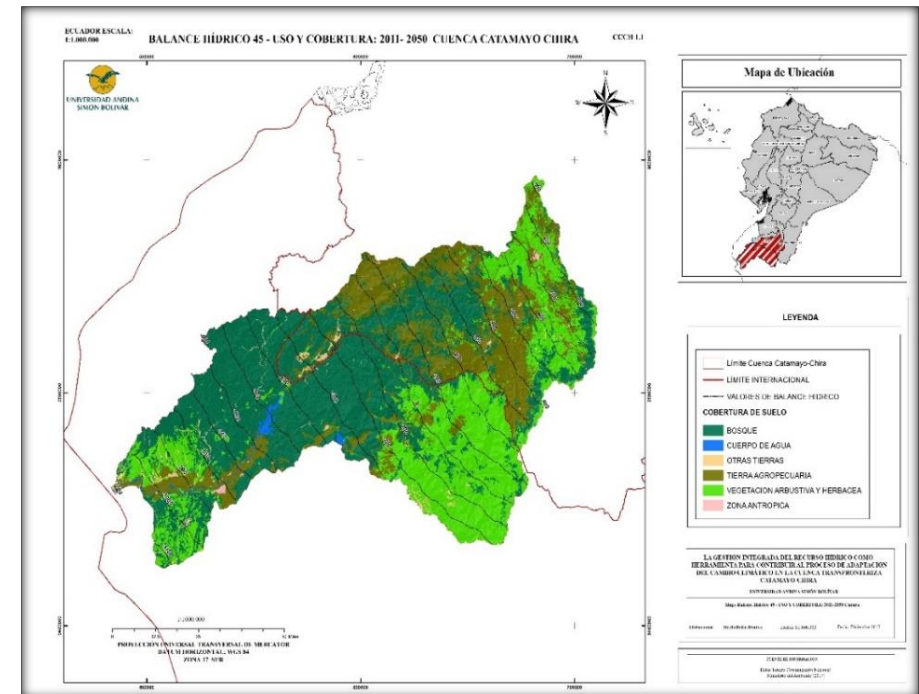
Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico
Uso Cobertura de Suelo



Fuente: MAE 2017
 Elaboración propia

Mapa 18

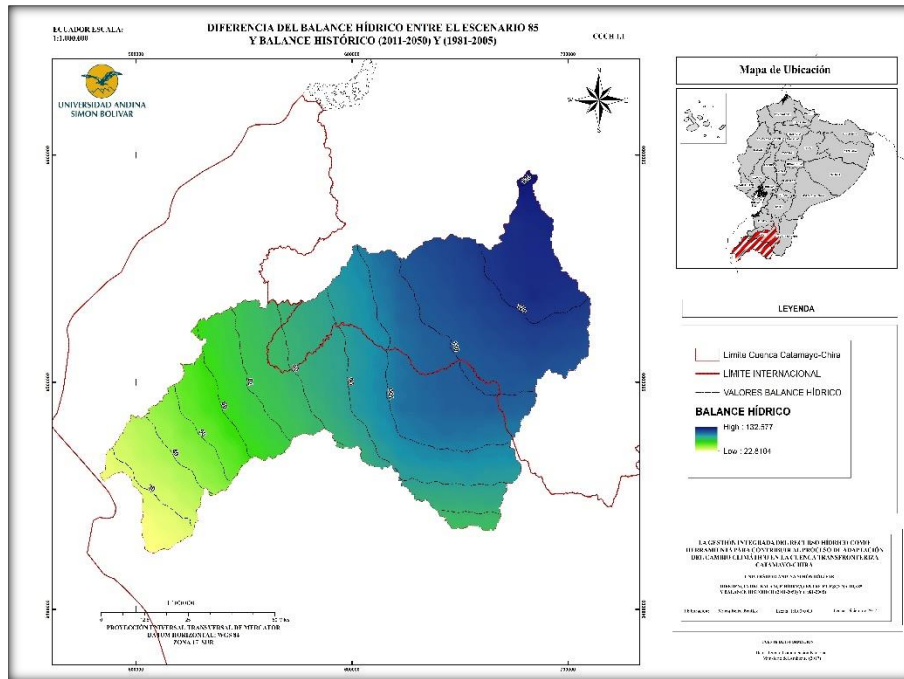
Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050
Uso Cobertura de Suelo



De manera general en dichos mapas se puede observar el de uso y cobertura de suelo con balance hídrico en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira con el escenario RCP 4.5 y su mapa de diferencia con el escenario 4.5 con balance histórico, se indica que la distribución topográfica ha generado bioclimas que presentan una distribución de cobertura y uso heterogénea. Con el escenario RCP 4.5 se pueden generar nuevos bioclimas dado la cobertura de almacenaje mayor en la franja media de la cuenca la cual debe conservarse para proteger la dinámica ecosistémica del proceso hidrológico de la cuenca y evitar sedimentación y erosión (evitar la expansión agrícola y el uso inadecuado del suelo en la agricultura es decir manejo y gestión eficiente del suelo y del agua).

Mapa 19

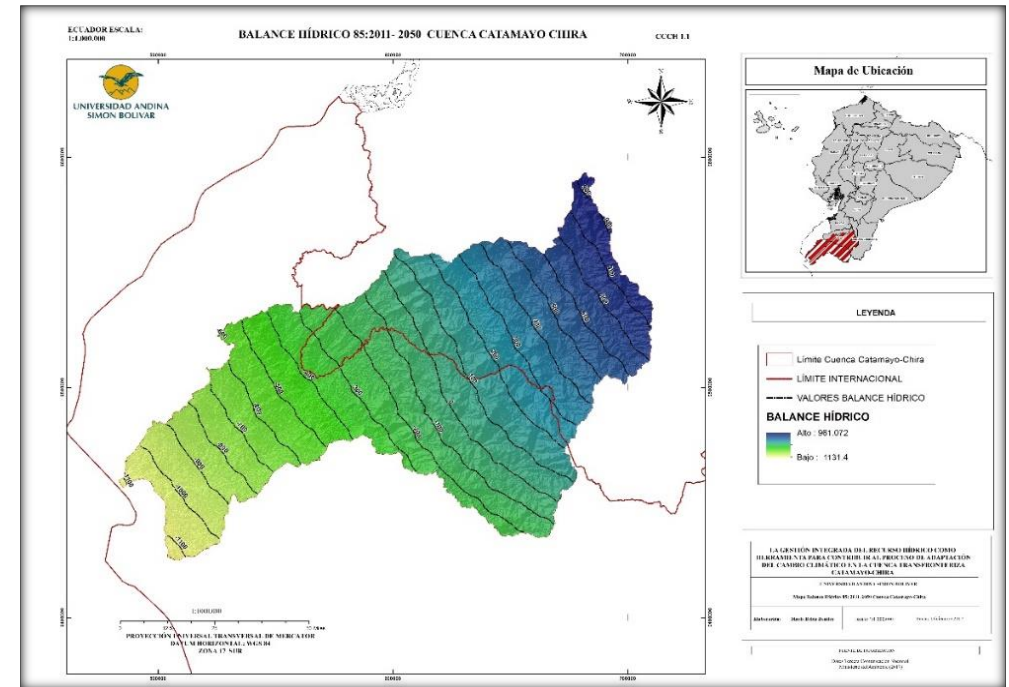
Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

Mapa 20

Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050

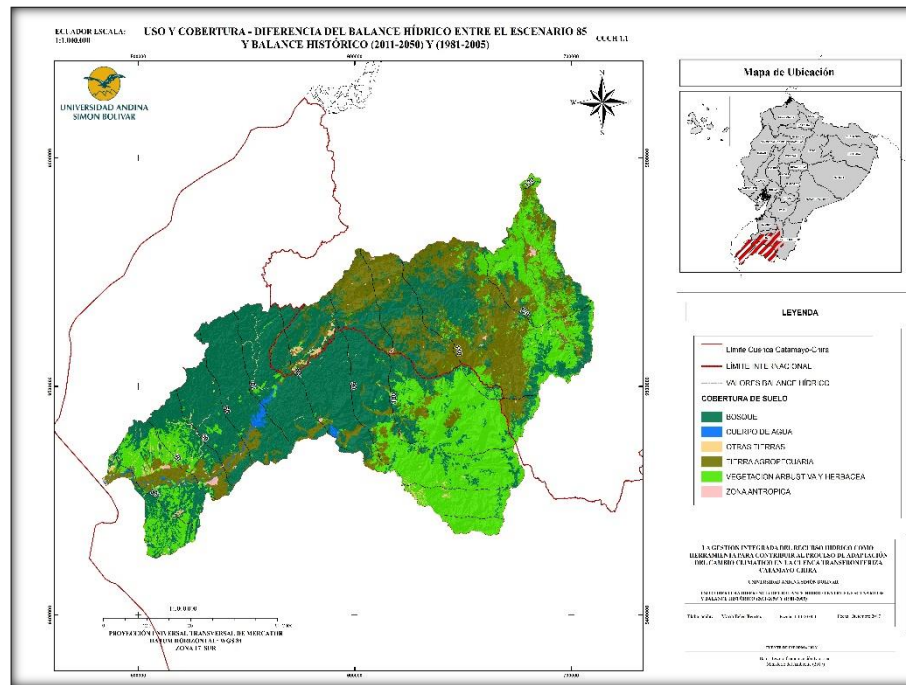


El mapa 17 se observa la diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico. Como se puede observar en la parte alta de la cuenca (Catamayo) presenta un diferencial de aproximadamente 105.144 mm, mientras que la zona transfronteriza muestra un diferencial de alrededor 700 mm y la parte baja muestra un diferencial de alrededor 24.20 mm aproximadamente. Asimismo, vemos que la cuenca de estudio en su mayor porcentaje es deficitaria y en un menor porcentaje es excedentaria dado los sistemas atmosféricos predominantes en esta latitud

El mapa 11 representa el balance hídrico en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira para el periodo 2011-2050 RCP 8.5, el 50% de la cuenca alta (Catamayo) y media (Catamayo-Chira) presenta un balance hídrico positivo que tiene un rango de 0/ 961 mm evidenciando un cambio de 30 mm respecto al escenario RCP 4.5; y el otro 50% de la cuenca baja (Chira), presentan un balance hídrico negativo que tiene un rango de 0 /-1131 mm. Se evidencia un mantenimiento del régimen deficitario que puede deberse a las propiedades hidrofísicas del suelo demostrando que tiende a existir más erosión del suelo (mayor expansión agrícola cultivos de arroz en zonas áridas), al igual que en el escenario anterior se deben tomar medidas de adaptación y conservación para la protección de la cuenca.

Mapa 21

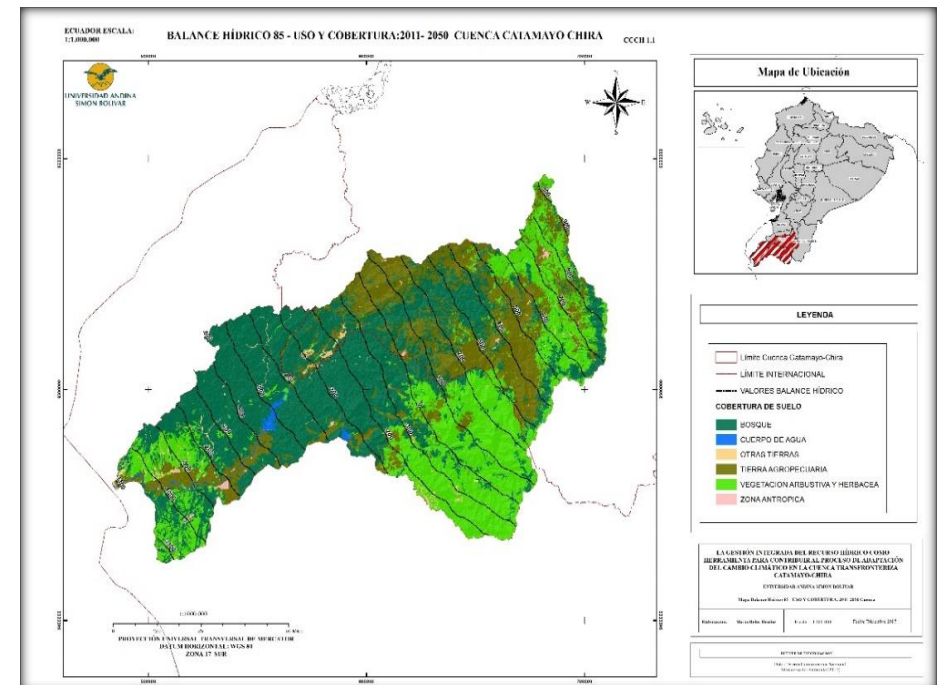
Diferencia entre el balance hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el balance hídrico histórico Uso Cobertura de Suelo



Fuente: MAE 2017.
Elaboración propia.

Mapa 22

Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 Uso Cubertura de Suelo



De manera general se observa que la distribución topográfica ha generado bioclimas que presentan una distribución de cobertura y uso heterogénea. Respecto al escenario histórico se evidencia que el aumento de balance hídrico se da principalmente en vegetación arbustiva y herbácea que tiene una mayor vulnerabilidad al cambio de uso de suelo y antropización del uso de la tierra (aplicaciones de medidas de protección de riveras, aplicación de medidas sancionadoras adecuadas).

Cabe indicar que los mapas de balance hídrico y uso de suelo tienen un grado de incertidumbre alto, ya que estos escenarios pueden ocurrir sin que cambie el uso y cobertura del suelo, es decir que se mantenga como está al presente. Es muy difícil que pase este escenario, sin embargo, con este estudio se evidencia que se deben tomar acciones inmediatas de adaptación al cambio climático para mejorar la situación de la cuenca, mediante una gestión eficiente y participativa con todos sus actores a nivel transfronterizo (es decir en los estudios se deben incluir a los actores de la cuenca de cada país).

En este capítulo se observó los desafíos ambientales de la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira. Como se enunció anteriormente, se evidencia la existencia de inundaciones, seguías, deslizamientos de masas, a más de la frecuencia del Fenómeno del Niño que ha provocado graves daños a la infraestructura y a la población que habita en la cuenca por varios años. Asimismo, se evocan los factores antropogénicos provocados por las actividades humanas lo que ha llevado a un deterioro de la calidad del agua de la zona de estudio. Adicionalmente, por medio de las proyecciones de los mapas climáticos se pudo observar los cambios de precipitación temperatura y balance hídrico para el periodo establecido 1981-2050 para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del IPCC.

Bajo este contexto y con los valores obtenidos en las proyecciones de mapas climáticos para las variables citadas anteriormente se puede mencionar que la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira tiende a poseer variaciones producidas por el cambio climático utilizando los escenarios del IPCC (RCP 4.5 y RCP 8.5) que en la gran mayoría demuestran ser negativas para la cuenca y sus actores sin olvidar a demás que con la problemática ambiental la situación se agrava aún más.

Es importante indicar que estas proyecciones denotan la urgencia de implementar la GIRH a nivel transfronterizo a favor de la protección de la cuenca como una medida de adaptación al cambio climático. Tomando como modelo en los mapas de balances hídricos se denota la variación de valores que existe entre el escenario presente y los escenarios proyectados es decir que la cuenca media y baja de estudio (Chira) carecería

de agua en un futuro provocando así problemas económicos, sociales, políticos y ambientales tanto nacional como binacional.

Por este motivo una de las medidas que se podría ejecutar es la “*protección de la cuenca*” en todo el territorio; es decir mediante la cooperación transfronteriza se podría realizar medidas de adaptación binacionales, especialmente en la parte alta y media evitando así las externalidades negativas³³ que pueden provocarse o generarse hacia la parte media y baja de la cuenca, adicionalmente se podría realizar “*solidaridad*” de la cuenca aguas arriba Ecuador y aguas abajo Perú para compensar el manejo de la cuenca alta.

Bajo estos escenarios en el tercer capítulo se analizara GIRH como herramienta de adaptación al cambio climático mediante sus pilares en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.

³³ Externalidades negativas se refiere cuando una persona, grupo de personas o empresas (contaminador) toma decisiones basadas únicamente en sus costes y beneficios sin tener en cuenta los coste indirectos que recaen en las víctimas de la contaminación; tomando como ejemplo la contaminación del recurso hídrico, de un río, que sin importar quién la realice los efectos los padecen todos los que de alguna forma están alrededor de este y no el que la causa (Vásquez 2017,pág.)

Capítulo Tercero

Gestión integrada del recurso hídrico y adaptación al cambio climático en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

“La implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) favorece la adaptación al cambio climático” (UNECE 2009,16).

Una vez analizado los desafíos ambientales y examinados los mapas de las proyecciones climáticas en la cuenca Transfronteriza Catamayo –Chira, es necesario recomendar acciones de adaptación. Uno de los instrumentos de gobernanza ambiental para la adaptación al cambio climático es la Gestión Integrada del Recurso Hídrico Transfronteriza (GIRHT), la aplicación de los pilares fundamentales de la GIRHT sería una buena opción ya que son fundamentados en una planificación a nivel de las cuencas (local y transfronteriza). En una sólida cooperación intersectorial que permite ejecutar mecanismos de financiamiento, en la participación con todos los actores y en el mejor uso posible de los recursos hídricos con ayuda de sistemas de información y monitoreo.

Para fundamentar este capítulo se realizaron encuestas cualitativas a varios actores (funcionarios de SENAGUA y ANA y funcionarios de proyectos internacionales) que conforman la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, con el fin de obtener las percepciones de la GIRH de cada país, la matriz de tabulación se podrá observar en el Anexo 4.

“El hecho de integrar los efectos del cambio climático en la GIRH y de fomentar su adopción a gran escala favorece igualmente la adaptación del cambio climático” (UNECE 2009,16).

1. La GIRH como medida de adaptación al Cambio Climático en la Cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

La cuenca transfronteriza Catamayo-Chira enfrenta un gran desafío ya que existen usos indiscriminados y de apropiación del agua, por este motivo se debe ejecutar mecanismos que fomenten una gobernanza ambiental con un involucramiento e

institucionalidad entre gobiernos centrales, locales, políticos y tomadores de decisiones de cada país, sobre la estructura actual de gestión del agua y sus efectos sobre el mal manejo y uso del recurso. Aún más, cuando los efectos de cambio climáticos se vuelven más intensos y con mayor frecuencia, y que las concepciones son a veces opuestas. Por este motivo la aplicación de la GIRHT es una necesidad en esta cuenca.

La GIRH es un enfoque; una forma de realizar la gestión del agua. En este contexto, el término “gestión” dentro de la GIRH se concibe en el sentido de “desarrollo de medidas de adaptación”. Enfatiza que, no sólo debemos centrarnos en el desarrollo de recursos hídricos (desarrollo del hombre) sino que debemos administrar (gobernanza, planificación participación con todos los actores) de forma consciente, todo el desarrollo hídrico, de manera que garantice el uso sostenible a largo plazo, para las generaciones futuras (Toledo 2018, 8).

A continuación se enuncia cada pilar de la GIRH; se detalla y analiza la definición de cada pilar, la problemática de la cuenca a nivel nacional y transfronterizo y sus posibles soluciones.

1.1 Planificación estratégica en cuencas transfronterizas

La planificación estratégica implica establecer objetivos a largo plazo (20-30 años determina el rumbo general de la gestión) y a corto plazo (5-10 años implica realización de planes de gestión o de acción). Para la gestión de los recursos hídricos en una cuenca transfronteriza la planificación estratégica debe desarrollar planes de gestión de manera consensuada por el organismo de cuenca transfronteriza y debe ser aprobado explícitamente por los Estados para la ejecución. En varias ocasiones los planes pueden desalinearse a causa de contratiempos o cambios en las autoridades o prioridades políticas. Por consiguiente, es recomendable buscar que el plan se encuentre bien estructurado para hacer frente a tales presiones o impactos de origen externo (RIOCI 2009, 69; RIOCI 2012,79).

La planificación estratégica debe contener información de línea de base a nivel regional acerca de las políticas y normas institucionales en materia de recursos hídricos de cada país, problemas presentes en la gestión de los recursos hídricos y del suelo, objetivos de desarrollo generales y específicas al agua y grado de desarrollo económico de la cuenca y recursos financieros disponibles.

Si bien las estrategias sirven como instrumentos de gestión, se desarrollan mejor si participan todos los actores involucrados en la cuenca (instituciones de cada país públicas, privadas, ONG, juntas de riego de agua potable, entre otros) (RIOCI 2009, 69; RIOCI 2012,79). Varios países, han establecido un marco jurídico para la planificación de cuencas a largo plazo, uno ejemplo de ello es la Directiva Marco del Agua (DMA) (RIOCI 2009, 69).

Para efectuar la planificación del recurso hídrico transfronterizo es necesario realizar un Análisis de Diagnóstico Transfronterizo (ADT) mediante la identificación de las problemáticas y las fortalezas en la cuenca, a través de una valoración ambiental con todos los actores involucrados. Para este trabajo se puede realizar una matriz identificando las diferentes causas-efecto de los problemas por país (RIOCI 2012,80).

La evaluación no solo debe centrarse en problemas ambientales si no debe abarcar toda la problemática de la cuenca (contar con un pronóstico). Cómo actividades socioeconómicas en las áreas que tienen un efecto directo o indirecto, inmediato o futuro sobre los recursos hídricos, tales como los usos de la tierra, los datos demográficos, ordenamiento territorial, entre otros. Adicionalmente, el diagnóstico debe tomar en cuenta acuerdos o proyectos existentes, usos de agua identificados de cada país, existencia de áreas protegidas y los posibles efectos del cambio climático y los fenómenos extremos sucedidos en la cuenca (RIOCI 2012,80).

El propósito del ADT se centra en la realización de un diagnóstico eficaz y sostenible, este debe incluir un análisis detallado “análisis de la gobernanza”, que considere el ambiente local institucional, legal y político a nivel nacional y transfronterizo. El ADT actúa como una herramienta de diagnóstico para medir la eficacia de la implementación del Plan de acción estratégico (RIOCI 2012,80).

Los diferentes tipos de herramientas de planificación usan los datos de los países de la cuenca para alimentar el sistema de información transfronterizo; los instrumentos de apoyo para la toma de decisiones se basan en el uso de modelos que permiten simular el funcionamiento hidrológico (lluvia, índice de caudal), el hidráulico (estructuras de regulación como embalses y represas) y la asignación de los recursos hídricos de acuerdo con los usos y las áreas geográficas de cada país. Por ejemplo los modelos de clima global pueden permitir la evaluación de algunos efectos del cambio climático; estos escenarios pueden ayudar al momento de la toma de decisiones sobre la construcción de obras hidráulicas nacionales o transfronterizas, lo cual facilita la optimización económica de las inversiones y la distribución de beneficios entre los países (RIOCI 2012,81-4).

Una vez completada la evaluación, es necesario definir las acciones que se deben implementar, por lo que se requiere realizar un Plan de Acción Estratégica (PAE) que incluya gestiones de manera transfronteriza, beneficiando a los países. El plan deberá incluir acciones nacionales, acciones que se realicen a nivel local e identificar las acciones que puedan ser perjudiciales para los países que se sitúan aguas abajo (RIOCI 2009,71-4)

El PAE debe establecer prioridades claras para su ejecución (por ejemplo, política, las reformas legales e institucionales o inversiones) para resolver los problemas prioritarios identificados en el ADT. Los planes de acción Estratégica deben contar con un diagnóstico bien definido que permita la distinción entre acciones con beneficios nacionales y aquellas que tratan las inquietudes transfronterizas con beneficios generales (RIOCI 2012,81-4).

La preparación de un PAE es un proceso cooperativo entre los países participantes y debe establecer acciones específicas para cada país, que pueden ser adoptadas a nivel nacional, pero armonizadas a nivel transfronterizo (RIOCI 2012,81-4).

Puesto que la planificación estratégica es a largo plazo y que las acciones prioritarias se detallan en un plan de acción a corto plazo (unos pocos años), es necesario que su presupuesto se calcule de una manera realista y se de en la forma de un plan de inversión (consistente en proyectos financieramente viables) y actividades (formación, educación, desarrollo de sistemas de información), distribuidos de manera equitativa entre los países de la cuenca (RIOCI 2012,86).

Con respecto a la planificación estratégica que posee la Cuenca Transfronteriza Catamayo –Chira se puede mencionar que al lado ecuatoriano la Autoridad Única del Agua, SENAGUA, como resultado de la reorganización del Consejo Nacional de Recursos Hídricos, tiene la responsabilidad de la rectoría, planificación y gestión de los recursos hídricos a nivel nacional.

Como se mencionó en el primer capítulo (pág. 52) en el 2009 se estableció que GIRH se ejercerá de manera desconcentrada (DH y por CAC), asimismo, con la creación de la LORHUyA se estableció varias instituciones e instrumentos de planificación como ARCA, EPA, Plan Nacional de Recursos Hídricos, Plan Nacional de Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca, entre otros.

Asimismo se menciona que los GAD en coordinación con la SENAGUA cumplirán coordinadamente actividades de colaboración entre los distintos niveles de gobierno y los sistemas comunitarios

Como se puede observar existe varias herramientas estratégicas de planificación por parte del lado ecuatoriano, sin embargo los desafíos que enfrenta la cuenca de Catamayo recaen desde la planificación histórica de la cuenca, ya que antes del 2008 no se contaba con una buena planificación hídrica a nivel nacional y a nivel local lo que conlleva a un mal manejo y sobreexplotación del recurso. A partir de la creación de la SENAGUA y de la nueva LORHUyA se crearon estas nuevas entidades y herramientas de planificación como el Plan Nacional de Recursos Hídricos, ENCA, ENAS, etc.

Pese a que se cuenta con estas entidades y herramientas de planificación no se ha podido ejecutarlo de buena manera debido a la falta de recursos económicos (financiamiento), con esto conlleva la insuficiencia del personal técnico a nivel de planta central y de demarcación para poder gestionarlo y estabilidad política ya que actualmente el gobierno de Ecuador decidió unificar el Ministerio del Ambiente con la Secretaría del Agua, actualmente se encuentra la planificación de los recursos hídricos en un proceso de transición tanto en su administración como en cambio de autoridades. Otra dificultad es que el Plan Nacional de Recursos Hídricos fue un plan muy ambicioso es decir tuvo una perspectiva muy alta y no se sujetó a la realidad del país. Esto puede deberse a que fue realizado por consultores internacionales que no conocían la problemática hídrica y económica de Ecuador.

En comparación con la planificación hídrica en Perú que lleva gestionando los recursos hídricos desde el 2009. El Ecuador al poseer instrumentos legales y de planificación que son aparentemente nuevos en el tema de recursos hídricos no cuenta con la suficiente experiencia en el manejo de la planificación hídrica, además que hay que tomar en cuenta el proceso de transición que está ocurriendo actualmente (reajuste del modelo de planificación a nivel nacional).

Pese a que en la ley se menciona que se debe realizar planes de gestión Hídrica por cuencas no se lo ha ejecutado en la cuenca de Catamayo debido a que no se tenían conformados los Consejos de Cuenca de las UPHL (conformación a partir del 2015) y por ende los consejos de cuenca a nivel de demarcación. Sin estos organismos conformados no se puede realizar el plan de gestión; sin contar que no se cuenta con información actualizada y disponible.

Este problema aún se agrava debido a la falta de interés y conciencia de los actores, tanto a nivel público (interinstitucional), privado y sector comunitario. Esto se debe a que existen gran variedad de herramientas de planificación en la cuenca realizadas por varias instituciones del estado como los Planes de Ordenamiento Territorial

realizados por los GAD, planes realizados por el Ministerio del Ambiente lo que provoca una duplicidad de esfuerzos y descoordinación interinstitucional entre los planes sectoriales. Dando como consecuencia la falta de interés de los actores de la cuenca, duplicidad de esfuerzos, entre otros.

El plan de Gestión de Recursos Hídricos por cuenca debería ser la síntesis de todos los planes ejecutados en la cuenca, es decir un plan de acción que retomaría las acciones de los otros planes en lo que sea pertinente según la identificación de las temáticas prioritarias realizadas por el diagnóstico que se cuenta dentro del Plan Nacional. Es decir, no se duplicaría la planificación, optimizaría e integraría todos los planes (conforme la ley lo indica los PDOT deben cumplir los Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por cuenca). Esta problemática puede deberse por que la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) no administra ni coordina de manera adecuada el sistema nacional descentralizado de planificación participativa para la planificación del desarrollo del país de una buena manera.

Con lo que respecta a la planificación hídrica en la Cuenca de Chira, correspondiente al lado peruano, se puede indicar que entre los instrumentos de planificación anteriormente mencionados en el capítulo uno (pág. 55-56) se cuentan con el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos, las Estrategias Nacional y de calidad de agua de los recursos hídricos, el Plan Nacional de los Recursos Hídricos, los Planes de Gestión de los Recursos Hídricos de las cuencas, entre otros.

Con lo que respecta a los gobiernos regionales y gobiernos locales, a través de sus instancias correspondientes, intervienen en la elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos de las cuencas para garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

Como se puede observar Perú cuenta con instrumentos de planificación similares a los de Ecuador, sin embargo Perú por medio de la ANA desde el año 2009 ha venido ejecutando el Plan Nacional de Recursos Hídricos y los Planes de Gestión de Recursos Hídricos por cuenca por medio del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos.

Con lo que respecta a la Cuenca de Chira en el 2014 se aprueba el Plan de Gestión de Recursos Hídricos-Chira-Piura para la planificación, toma de acciones a corto, mediano y largo plazo. El plan cuenta con un diagnóstico, una visión al 2030, con un análisis de escenarios tendenciales óptimos y posibles, con una evaluación de alternativas y con un plan de monitoreo de las acciones.

Los desafíos de planificación que posee la Cuenca Chira pueden deberse a la falta de financiamiento para la aplicación y posterior actualización del plan, adicionalmente otro desafío de planificación es las relaciones de cooperación que se tiene con Ecuador ya que puede que se tomen medidas de planificación eficientes en Perú. Pero si la cuenca aguas arriba (lado ecuatoriano) sigue teniendo problemas de contaminación no se podrá solucionar el problema de raíz, un claro ejemplo de esto es la situación que está sucediendo con la sedimentación del embalse Pechos, pueden que suban la presa pero si no se controla la sedimentación de la cuenca en 10 años podrá ocurrir el mismo inconveniente.

Al igual que el Ecuador el Plan Nacional de Recursos Hídricos es muy ambicioso por lo que se dificulta su ejecución por el alto costo económico. Además la demanda de agua que tiene la cuenca es exponencial, no abastece a toda la población debido al mal uso del recurso. Asimismo, carece de infraestructura adecuada para un mayor aprovechamiento y tratamiento (no está adaptada para una zona seca), lo cual cada vez más disminuye la oferta a causa de la contaminación del agua y del deterioro de la infraestructura del riego (infraestructura sin revestir)

Otro de los problemas es el mal manejo agrícola (cultivos) que se realiza en la zona (cultivos de arroz en zona seca provocando mayor captación de agua), el problema que posee la cuenca es la implementación de la planificación de riego por el costo elevado que este tiene, ya que hace varios años el sistema Chira-Piura abastece de agua a varios agricultores de la zona que se dedican al cultivo de arroz y frutales como el mango, la problemática que se está evidenciando es que la oferta hídrica en este sector no abastece a la demanda de agricultores ya que sus cultivos requieren de una específica cantidad de agua para su crecimiento (según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), 2010 informó hoy que cada hectárea de cultivo de arroz necesita en promedio 14,000 metros cúbicos); sin olvidar también la sobre explotación del suelo, además que por las sequías continuas, el cambio climático y el fenómeno del niño mencionado anteriormente se agrava la situación ya que existe pérdidas de los cultivos (plagas) y deterioro de los canales de riego, tomando como ejemplo Bruno Fossa, presidente de la Junta de Usuarios del Valle de San Lorenzo, 2017; menciona que el Niño Costero provocó severos daños en la infraestructura agrícola de la región Piura a causa de las lluvias. Un claro ejemplo de ello, es el sistema de riego del valle de San Lorenzo, que cuenta con canales, bocatomas y un túnel en muy mal estado. De acuerdo con directivos de la Junta de Usuarios del Valle de San Lorenzo, se necesita aproximadamente S/ 560 millones para su reparación y

reconstrucción, además hace mención que “dicho túnel no soportará un nuevo Niño Costero, como el que sufrimos este año, y con ello 45.000 hectáreas se quedarían sin agua. Ello traería como consecuencia la pérdida de lo que estas tierras producen y por ende el desabastecimiento de los productos que de aquí salen” (Bruno, 2017, párr. 1).

Pese a que se cuenta con el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos en el que posee información hídrica interinstitucional, la problemática de la cooperación interinstitucional sigue estando presente. Ya que cuando ocurre algún fenómeno extremo como el Niño costero 2016-2017, las instituciones no cuentan con la preparación necesaria para afrontar estos problemas debido a la falta de financiamiento, cooperación interinstitucional y conocimiento técnico.

Además, no se cumple con lo que estipula en la ley sobre la protección de riveras, conservación de las cuencas, aumento de la demanda del agua, usos indebidos del agua. Es importante indicar que la planificación de Perú debe ir de la mano con la cooperación transfronteriza en Ecuador.

A nivel transfronterizo la planificación que posee la Cuenca Catamayo-Chira data del año 1971 como la primera iniciativa para establecer un sistema de gobernanza para la planificación de la cuenca. Se contaba con el convenio de aprovechamiento de las Cuencas Binacionales Puyango-Tumbes y Catamayo-Chira con la finalidad de crear una comisión Binacional para las dos cuencas Catamayo-Chira y Puyango Tumbes

En 1998 con el acuerdo de la firma de la Paz entre Ecuador –Perú se crea el Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza dependiente de los Ministerios de Relaciones Exteriores en ambos países, con el objeto de generar desarrollo de la región fronteriza, como camino a la integración y la consolidación de la Paz. Uno de los proyectos que formó parte del Plan Binacional fue la propuesta para la gestión de la Cuenca Transfronteriza Catamayo- Chira (Alonso, Hermoza y José 2008, 1-3).

El mencionado Plan Binacional contó con un Comité de seguimiento conformado por varias instituciones a nivel local de ambos países y de cooperación internacional cuyo resultado alcanzado fue el Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la Cuenca (POMD). Que contenía un diagnóstico, desarrollo de herramientas de gestión y cubrir vacíos en la información existente. Esta herramienta de planificación ha sido la línea base para la realización de planes y proyectos de las distintas instituciones en la zona de estudio.

En el 2009 se retoma la idea del convenio de 1971 para la creación de las dos “*Comisiones Binacionales para las cuencas Catamayo-Chira y Puyango-Tumbes*” por

lo que deciden crear la Comisión Binacional de la Cuenca del Zarumilla, pero las partes instan a que no se realice la creación de la Comisión Binacional del Zarumilla; sino que se busque la creación de diferentes comisiones por cada una de las cuencas. Sin embargo, a partir del 2011 nace la idea de realizar una Comisión Única para la Administración de todas las Cuencas Hidrográficas entre Ecuador y Perú y dentro de la comisión contengan los comités técnicos por cuenca para la administración y GIRH.

Para octubre 2017 en el encuentro presidencial se suscribió el Acuerdo que establece la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas, cuya proyección es la elaboración, implementación, seguimiento y evaluación de los Planes GIRH por Cuencas Transfronterizas como instrumento de planificación. La coordinación para la implantación de medidas de adaptación y mitigación en cambio climático en materia de gestión riesgo y recursos hídricos y la articulación para la elaboración de estudios, programas y proyectos para la recuperación y mejora de la calidad del agua para consumo humano y seguridad alimentaria. Actualmente, existe un Grupo Técnico Binacional (GTB) que está conformado por actores de ANA-SENAGUA para la elaboración de los estatutos y reglamentos para implementación de la comisión.

Si bien existen instrumentos de planificación en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, la problemática de planificación estratégica que posee la cuenca radican en:

1. El financiamiento; es decir no se cuenta con un presupuesto establecido por parte de la SENAGUA y ANA para la realización y la ejecución de la planificación en cuencas transfronterizas. Actualmente se trabaja con proyectos nacionales y cada institución analiza como encajar dichos proyectos a nivel transfronterizo. La dificultad está que ninguno de esos proyectos fueron pensados con una lógica transfronteriza están pensados con una lógica a nivel territorial. La gestión de planificación que realizan los países está a un nivel de territorio más no a un nivel de cuenca lo cual ocasiona que no se involucre a todos los actores que conforman la cuenca (principales usuarios de la cuenca) y que son importantes al momento de la toma de decisiones; es decir existe una mala articulación entre actores a nivel de nacional y binacional.
2. Competencias; la SENAGUA tiene las competencias de la planificación del recurso hídrico mientras que ANA es una institución adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). El inconveniente es que se trabaja entre una

Secretaría (SENAGUA-Ecuador) que se encuentra a un nivel de Ministerio con una agencia adscrita a un ministerio (ANA-Perú), que no posee la misma jerarquía y tiene que realizar las gestiones por medio del MINAGRI para aprobar o tomar las decisiones.

3. Cambios políticos; a causa de los cambios de autoridades de cada país se retrasa la gestión para seguir avanzando de una manera coordinada ya que se dificulta el constante dialogo virtual y presencial para consensuar la planificación.

Es necesario que se rompan las barreras nacionalistas y se trabaje de una manera participativa, consensuada cooperativa por el bien común de la cuenca sin importar que existan cambios políticos. “Trabajar la binacionalidad no supone renunciar a la identidad, más bien la refuerza porque la hace mayor cuando se trabaja desde la perspectiva de la interculturalidad” (Alonso, Hermoza y José 2008, 7) *“Cuando desconocemos el territorio y sus manifestaciones, la naturaleza siempre recobra memoria”* (ECOCUENCAS 2017,1).

1.2 Participación de actores en cuencas hidrográficas transfronterizas

“La capacidad para cumplir los objetivos de un gobierno depende de su organización institucional, pero sobretodo de su método de gobernanza” (Domínguez 2011,16,). Gobernar y administrar los recursos naturales del planeta constituye un reto cada vez más difícil, en un mundo donde existen naciones, economías y pueblos interrelacionados. Gestionar las amenazas al ambiente, en particular las que trascienden las fronteras políticas, como la contaminación de cuencas transfronterizas y la pérdida de diversidad biológica requerirán de nuevas respuestas a niveles mundiales, regionales y nacionales en las que participe una amplia variedad de actores directos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2009,4-8). Es por eso que la aplicación de gobernanza ambiental orienta a que los Estados actúen con otros actores que no son estatales a fin de cumplir con los objetivos ambientales de cada país, así como prevenir y hacer frente a los conflictos ambientales presentes (Roqueñí y Ortiz 2010,12-20).

Tabla 6
Participación de actores en cuencas transfronterizas

DEFINICIÓN	APLICACIÓN EN ECUADOR –PERÚ	RETOS DE LA GIRH EN CATAMAYO CHIRA
	ECUADOR	ECUADOR
La voluntad política de los Estados para realizar la cooperación en cuanto a la gestión hídrica puede iniciar con retos específicos u objetivos comunes, con dinámicas regionales o de la comunidad, e incluso con conflictos (RIOCI 2012,15-38).	-La Cuenca Catamayo-Chira con lo que respecta a la participación se puede mencionar que, al lado ecuatoriano (Catamayo) como instrumento de gobernanza se tiene la LORHUyA.	En la cuenca Catamayo posee grandes desafíos de participación con los consejos de cuenca tanto de UPHL como de Demarcación ya que el tiempo de ejecución es de dos años según lo que estipula la ley.
La voluntad política entre los Estados de la misma cuenca puede fortalecerse gradualmente comenzando por la cooperación limitada es decir por una parte del río que se encuentre fuertemente afectada por un problema pendiente de resolver (RIOCI 2012,15-38).	-El Sistema Nacional Estratégico del Agua ³⁴ posee el finalidad de la generar mecanismos e instancias para coordinar la planificación de la GIRH a los diferentes niveles de gobierno y a los diferentes actores sociales	Entre los retos que posee los consejos de cuenca son:
La creación de un organismo de cuenca es útil en este caso, dicho organismo cuenta con varias ocupaciones de capacidad institucional y organizativa como la función de coordinación y de asesoramiento para ayudar a los Estados miembros en la aplicación de los términos de su acuerdo, la innovación tecnológica y la función de control sobre la implementación, desarrollo, administración y financiamiento del acuerdo (RIOCI 2009, 35).	-Asimismo, se cuenta con el Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua, y del mismo modo se cuentan con los Consejos de Cuenca que son liderados por la SENAGUA e integrados por diferentes representantes electos de organizaciones de usuarios y la participación de los diferentes niveles de gobierno.	1 No se cuenta con la participación activa de todos los representantes que los conforman, ocasionando que el tiempo para la conformación se prolongue. (Último consejo de cuenca tanto de UPHL y de demarcación fue conformado en el 2017).
	-Para el caso de estudio está conformado los consejos de cuenca de Macará, Alamor y Catamayo (UPHL) y el Consejo de Cuenca de la Demarcación Hidrográfica de Puyango-Catamayo.	2. No se cuenta con el empoderamiento por parte de las autoridades administrativas, es decir que existe la dificultad de mantener la gestión por parte de la SENAGUA.
		3 No se cuenta con el personal técnico capacitado y suficiente a nivel desconcentrado para gestionarlo (falta de recursos económicos), además que el poco personal se encuentra realizando diversas actividades que no permiten involucrarse a tiempo completo a los consejos de cuenca (es decir animar las reuniones, darle sostenibilidad, servir de punto focal, promover sus decisiones y orientaciones, asegurar un seguimiento técnico, formular y hacer vivir el plan).
		4. Por ser un organismo de participación nuevo no se encuentran bien legitimados en las cuencas porque todavía no se comprende el espíritu participativo que posee el consejo.
		5. Los consejos de cuenca poseen una representatividad limitada para poder realizar la toma de decisiones y realizar la planificación que se requiere.

³⁴ Ver tabla de la legislación sobre los recursos Hídricos en Ecuador (cap.1)

		6. Se puede mencionar también que no se cuenta con todos los actores que existen en la cuenca faltan fondos de agua, ONG, entre otras
<p>Al realizar las funciones del organismo de cuenca es necesario apoyarse en herramientas como métodos y medios de diálogo, planeamiento de la inversión prioritaria, identificación de los problemas, mecanismo de financiamiento, entre otros (RIOCI 2009, 35).</p> <p>Los acuerdos entre países deben promover el establecimiento de organismos de cuenca transfronterizos para ayudar a lograr los objetivos propuestos en una cuenca compartida.</p>	<p>La ENCA es otro instrumento ya que propone establecer un marco de trabajo coordinado que se aterriza en ejes, estrategias operativas y líneas de acción. Para realizar la implementación de la ENCA la SENAGUA se encuentra en la elaboración de mesas técnicas de trabajo para la resolución de problemas ambientales y tomar acciones sobre calidad del agua, dichas mesas se encuentran conformadas por instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos, y usuarios de la cuenca.</p>	<p>Por este motivo la SENAGUA debería crear comités o subcomités por temáticas y por zonas geográficas como apoyo para el involucramiento de los demás actores a los consejos de cuenca. Las mesas técnicas del agua en la cuenca Catamayo pueden llenar este espacio si se genera la convergencia pertinente. Además, un organismo como un “Secretariado Técnico” que se encuentre dentro de la SENAGUA por DHPC y que esté a cargo netamente de la ejecución y planificación de los consejos de cuenca debería crearse.</p> <p>Finalmente, se podría proponer realizar una modificación del Reglamento a la Ley Orgánica de modo a extender el mandato de los miembros de los Consejos de Cuenca a un periodo más extenso. Como lo muestra la reciente experiencia, en 2 años después de conformación no se ha llegado al proceso de planificación completado mientras se finaliza el mandato.</p>
<p>Hay que tomar en cuenta que en algunos casos la realización de un organismo de cuenca se inicia como punto de partida dentro de una cooperación transfronteriza, pero en otros casos el acuerdo internacional no establece la creación inmediata de tal organismo, es solo el tiempo y la experiencia, e incluso la evolución de la cooperación los que muestran la necesidad de establecer un organismo de cuenca transfronterizo (RIOCI 2012,39-40).</p> <p>Para establecer el funcionamiento del organismo de cuenca transfronterizo de una manera eficaz se precisa de establecer un órgano ejecutivo (como una secretaría</p>	<p>PERÚ</p> <p>Un organismo de participación que posee la cuenca de Chira es el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos³⁵ con el objeto de establecer espacios de coordinación entre las entidades de la administración pública y los actores involucrados en las cuencas con el fin realizar el aprovechamiento sostenible.</p> <p>Se cuenta con los consejos de Recursos Hídricos de cada cuenca que participan en la gestión integrada y multisectorial de los recursos</p>	<p>PERÚ</p> <p>El desafío que posee la Cuenca de Chira es la representatividad y participación. Pese a que dentro de la conformación de los consejos de cuenca existe gran variedad de actores aún sigue existiendo la problemática del déficit de actores en especial los sectores económicos minería, hidrocarburos, entre otros; existe más actores del sector agrícola que otros sectores (ya que ANA es una entidad adscrita al MINAGRI).</p> <p>El Consejo de Cuenca Chira-Piura es uno de los proyectos piloto de Perú para la implementación de los demás consejos</p>

³⁵ Ver tabla de la legislación de recursos hídricos de Perú (cap1).

<p>ejecutiva, una comisión de alto nivel, una secretaría general, etc.). La estructura del organismo de cuenca debería incluir diversos componentes que se ocupan de aspectos técnicos y financieros, recursos humanos, comunicación, gestión de datos con el apoyo de personal adecuado, financiamiento sostenible y equipo (RIOCI 2012, 41-6; RIOCI 2009, 35-48)</p>	<p>hídricos, en concordancia con la política, estrategia, plan de los recursos hídricos y los lineamientos de la ANA; dichos consejos están encargados de planificar, elaborar, implementar, actualizar y evaluar el plan de gestión de recursos hídricos de la Cuenca.</p> <p>Los consejos de cuenca de Perú y en especial el de Chira-Piura cuentan con una Secretaría técnica que está encargada de desarrollar y ejecutar tareas técnicas y administrativas que permiten su adecuado funcionamiento. Entre las labores que el consejo ha venido ejecutando esta realización de sesiones para el establecimiento de acuerdos, alianzas estratégicas, desarrollo instrumentos de gestión, elaboración de ayudas memoria, planes operativos, creación de un fondo Regional de Agua y Saneamiento, entre otros.</p>	<p>de cuenca a nivel nacional; al igual que en Ecuador el Plan de gestión Chira-Piura posee un alto costo por lo que es difícil alcanzar las metas propuestas lo cual genera dudas e inquietudes a los actores lo que provoca falta de credibilidad y desvinculación de la gestión.</p> <p>Por este motivo es recomendable realizar un plan realista y financierables que se sujete al presupuesto y a las acciones alcanzables; es decir contar con una buena planificación menos ambiciosa pero realista sujeta a la realidad económica de la cuenca. Se debería modificar el plan priorizando las problemáticas y las acciones que sean alcanzables a corto plazo ej. Cambio Climático, Fenómeno del Niño. Se deberían conformar comités adheridos a los consejos de cuenca con los actores que faltan para trabajar en una gestión sostenible.</p>
<p>Cada individuo juega un papel en el uso del agua, ya sea directamente a través de su propio consumo, la descarga de contaminantes que causa, o a través de sus elecciones de estilo de vida, usos de agua, entre otros. Idealmente, la participación debería, por lo tanto, interesar a todos los usuarios del agua, es decir, a todos los habitantes de la cuenca, más allá de las partes interesadas que tienen un papel en las acciones directa o indirectamente relacionadas con los recursos hídricos (35-48).</p> <p>De hecho, el beneficiario se define como el usuario de agua, cualquiera que sea la motivación como la población, sector industrial, sector productor de electricidad, agricultores, proveedor de servicios de transporte por vías navegables, sino también la “naturaleza” que es un usuario evidente del recurso. Sin embargo existen relaciones de</p>	<p>Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira</p> <p>A nivel transfronterizo el instrumento de participación que cuenta la Cuenca Catamayo-Chira es el acuerdo que establece la Comisión Binacional para la GIRH de las cuencas Transfronterizas entre Ecuador y Perú. Según la estructura de la Comisión Binacional GIRH Ecuador-Perú es la instancia de mayor jerarquía, estará conformada por una Secretaría Técnica Binacional y por Comités de GIRH por Cuenca.</p> <p>Entre los proyectos más recientes que han venido ejecutando entre Ecuador y Perú con cooperación internacional son ECOCUENCAS (2014-2017) realizado en la Cuenca Catamayo-Chira; PNUD (2015-2019) “Proyecto Gestión Integrada de</p>	<p>Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira</p> <p>En el caso de Catamayo-Chira, la existencia de consejos de cuenca de ambas partes de la frontera sería un punto de trabajo favorable para crear este comité de GIRH Catamayo-Chira. Debemos considerar además como elemento de éxito los proyectos de cooperación para la gestión de recursos hídricos que ya están actualmente en proceso por gobiernos descentralizados de cada país (por ejemplo el proyecto Aguas Sin Fronteras entre el GAD provincial de Loja y el Gobierno Regional de Piura, financiado por la Unión Europea, que consistió en la realización de medidas para impulsar la gobernanza ambiental y medidas de adaptación al cambio climático mediante obras de conservación como albardas en la subcuenca del Rio Macara).</p> <p>De este punto de vista, la creación de la Comisión Binacional y de los Comités GIRH por cuenca genera una oportunidad</p>

<p>poder entre ellos. Unos tienen más derecho –de facto- de usar el agua que otros (35-48).</p> <p>Es esencial que se establezcan mecanismos que faciliten la representación de los actores públicos y privados, por un lado, y la participación de los representantes en la gestión de los recursos hídricos, por el otro. Esto significa que estas partes interesadas deberán ser “seleccionadas”. Para fomentar la participación en una cuenca transfronteriza es necesario que se cuenten con todos los actores involucrados en diversas actividades transfronterizas de la GIRH a través de proceso de consulta (RIOCI 2009,35).</p> <p>Los organismos transfronterizos de cuenca pueden desempeñar un papel importante a través de la creación del comité de cuenca espacio privilegiado para desarrollar una participación efectiva y formal de los interesados y los representantes de los usuarios en la gestión de los recursos hídricos a nivel transfronterizo. (RIOCI 2018,35-48).</p>	<p>Recursos Hídricos en las Cuencas y Acuíferos Transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla”; Agua Sin Fronteras (2015-2018); Proyecto Bride Andes de la UICN (2012-2018), Construyendo diálogos para una mejor gobernanza del agua.</p>	<p>histórica de acercamiento para una mejor gobernanza entre los procesos y actores nacionales y locales de cooperación por el agua, a través de los consejos de cuenca de ambos países, para fomentar una gobernanza ambiental participativa. Además la comisión da la expectativa positiva de mejorar mediante la GIRH los problemas de la cuenca, en especial la problemática que enfrenta con el cambio climático.</p> <p>Con la conformación de la Comisión Binacional sería el espacio pertinente para vincular a los cooperantes internacionales que han servido de apoyo en la realización proyectos de GIRH durante varios años a favor de reducir los impactos y la vulnerabilidad frente al cambio climático en zonas costeras y en los recursos hídricos mediante el diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático. La comisión serviría para involucrar a los cooperantes y la generación de nuevos proyectos mediante de mecanismos financieros para la realización de la GIRH en Catamayo-Chira</p>
---	---	---

Fuente: EC, 2014 PE 2009

Elaboración propia

1.3 Sistemas de información y monitoreo transfronterizo

Los sistemas de información y el monitoreo transfronterizo son herramientas fundamentales para el desarrollo de la gestión integrada de las cuencas transfronterizas; son instrumentos diseñados para facilitar la elaboración y el intercambio de información para satisfacer las expectativas de las partes interesadas para las diversas actividades de planificación, monitoreo, valoración, prevención y alerta (RIOCI 2012,51).

Tabla 7
Sistemas de información y monitoreo transfronterizo

DEFINICIÓN	APLICACIÓN EN ECUADOR –PERÚ	RETOS DE LA GIRH EN CATAMAYO CHIRA
	Ecuador	Ecuador
<p>Un elemento clave para desarrollar cooperación interinstitucional transfronteriza en la gestión de datos y establecer una política de datos sobre el agua es la voluntad política de trabajar en conjunto para la producción información compartida (RIOCI 2018, 28).</p> <p>Se requiere trabajar sobre temas técnicos relacionados con la construcción del sistema de información (RIOCI 2018,29).</p> <p>Considerando la gran variedad de marcos legislativos e institucionales encontrados en los países, se pueden implementar varias opciones para organizar esta gobernanza, en varios casos, se debe incluir una combinación de textos legislativos (ley, decreto, estatutos, etc.), documentos con estrategias y procedimientos para la coordinación interinstitucional transfronteriza. (RIOCI 2018, 28).</p>	<p>La gestión de los sistemas de información para la obtención de datos de la Cuenca Catamayo es realizada por una variedad de instituciones a nivel nacional de manera directa (SENAGUA, MAE, INHAMI, SGR, ARCA, MSP, MAG, Ministerio de Minería y ARCOM); a nivel local se encuentran los GAD a nivel provinciales, parroquial y municipal (información de planes de acción a nivel local) (GAD Loja).</p> <p>La SENAGUA dentro de su sistema de información cuenta con datos de tipo social, económica y ambiental (shapes, mapas, datos hidrológicos, balances hídricos, entre otros, elaborados dentro del Plan Nacional)</p>	<p>Uno de los grandes problemas que posee la Cuenca de Catamayo es que no cuenta con datos suficientes y los escasos datos generados por estas instituciones se encuentran dispersos, a diferente escala y son datos puntuales es decir no cuentan con una periodicidad para realizar una buena gestión y toma de decisiones.</p> <p>Otro problema es la falta de cooperación interinstitucional adecuada a nivel nacional y local ya que un gran número de estas organizaciones generan y gestionan datos, pero a menudo carecen de los medios o de la orientación necesaria para intercambiar, recopilar, estandarizar, resumir y mejorar los datos que ellos mismos y otros poseen</p>
<p>El organismo de cuenca transfronteriza, en el caso que exista, suele estar a cargo del desarrollo del sistema de información, además puede desempeñar un papel de facilitador en los grupos de trabajo determinados de cada país para la elaboración y el intercambio de información concisa. Desde un punto de vista técnico, el sistema de información se debe elaborar buscando la facilitación, la producción y la disponibilidad de la información, lo cual es ventajoso para la toma de decisiones en una cuenca transfronteriza (RIOCI 2012,52).</p>	<p>La SENAGUA ha levantado información sobre la calidad del agua con datos sobre las redes de monitoreo y análisis físico-químicos y biológicos de la Cuenca Catamayo desde el año 2012 al 2014, datos sobre las estaciones hidro-meteorológicas de la cuenca (datos obtenidos por el INHAMI y el antiguo Programa de Desarrollo de la Zona Sur (PREDESUR)), banco de autorizaciones según el uso y el aprovechamiento del recurso, hídrico, viabilidades técnicas de agua potable, y riego, entre otros.</p>	<p>Pese a que existe información disponible, el problema recae nuevamente en que la información se encuentra dispersa, por lo que con la LORHUYA, la SENAGUA crea el Registro Público del Agua (RPA).</p> <p>Uno de los inconvenientes del RPA es que no cuenta con el financiamiento para ponerlo en funcionamiento y poder dotar de toda la información existente conforme la ley lo estipula, el RPA ha sido trabajado durante vario tiempo. Sin embargo, no se ha podido desarrollar como se requiere debido a la falta de personal técnico capacitado, la falta de equipo técnico de soporte (softwares) y la falta de empoderamiento por parte de las autoridades. La falta de</p>

<p>El análisis de las temáticas de gestión hídrica son importantes para la especificación de las necesidades de información ya que se relacionan con el estado de los recursos hídricos en cantidad y calidad, usos</p> <p>Un lenguaje común para la comparabilidad de datos es importante ya que los datos sin un lenguaje común son heterogéneos; cada productor (país beneficiario) de datos establece sus propias nomenclaturas, sus propias definiciones de palabras científicas, sus propios formatos de intercambio de computadoras, etc.</p>	<p>Cabe recalcar que la DHPC es una de las demarcaciones más estudiadas ya que la cuenca Catamayo se encuentra en una zona transfronteriza por lo que se han generado proyectos con cooperación internacional antes mencionados donde se ha levantado información geográfica, ambiental, social.</p>	<p>disponibilidad económica es una de las causas principales para no disponer del RPA en funcionamiento</p>
<p>Se acuerdan un lenguaje común para intercambiar conjuntos de datos, el resultado es mayor confiabilidad, una comprensión más fácil de los datos disponibles y una puerta abierta al intercambio automático de datos y procesamiento de datos.</p> <p>Estos elementos de un lenguaje común deben incluir conceptos, definiciones y sistemas de codificación comunes, para ser eficientes y garantizar la comprensión común, la definición y el uso de un sistema común de identificación, de modo que el mismo nombre se use en todas partes para identificar el mismo recurso (RIOCI 2018, 53-4).</p> <p>Para la gestión de aguas transfronterizas, es necesario obtener o fortalecer la plataforma nacionales y transfronterizas (servidores, <i>software</i>) para gestionar efectivamente los datos, para proporcionar la colaboración entre los beneficiarios. Dicha plataforma del sistema de información debe fortalecer la capacidad para producir, gestionar y proporcionar información de todo tipo (geográfica,</p>	<p style="text-align: center;">PERÚ</p> <p>Existen varias instituciones encargadas de manera directa con la gestión de información del recurso hídrico (MINAGRI, MINAM, MINSA, SENAMHI, MINEM, MVCS) y de manera local se dispone del Gobierno Regional de Piura y Municipio Provincial de Piura (desarrollo territorial, organismo semi descentralizado).</p> <p>Perú cuenta con una mayor experiencia en los sistema de información y en el manejo de datos que Ecuador ya que con la Ley de Aguas del 2009 se elaboró el Plan Nacional de Recursos Hídricos donde contiene la programación de proyectos, actividades estableciendo costos, fuentes de financiamiento y otra información relevante relacionada con la política nacional de gestión de los recursos hídricos.</p> <p>Cabe mencionar que por medio del consejo de Recursos Hídricos cuenca de Chira-Piura se ha desarrollado el Plan de Chira-Piura el cual ha realizado acciones para la obtención de datos de calidad de agua, datos hidrometeorológicos y la utilización de un modelo hidrológico. El inconveniente que existe es que no</p>	<p style="text-align: center;">PERÚ</p> <p>El reto que sufre la cuenca al lado peruano es similar a la de Ecuador ya que existe falta de coordinación interinstitucional, pese a que se tiene conformado el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH) donde se involucra a los actores mencionados anteriormente y otros que realizan la gestión del agua de manera transversal.</p> <p>A pesar de que se posee organismos de participación, la falta de voluntad política y la falta de financiamiento (presupuesto en las instituciones), ocasiona que los sistemas de información no posean datos confiables y de calidad (laboratorios acreditados e insuficiencia de instrumentos) y sean una herramienta útil para la toma de decisiones; la problemática se agrava aún más cuando no poseen un personal capacitado y cuando existe variación de personal continuamente</p> <p>La dificultad que tiene el SNIRH es que no todas las instituciones tiene el empoderamiento para ceder los datos y no todas las instituciones cuentan con una información hídrica oportuna, completa y confiable que reduzca el</p>

<p>texto alfanumérico y multimedia). Debe contener un sistema de información geográfica (SIG) (herramientas básicas para la gestión de datos y la traducción en términos de mapas, diagramas, indicadores y tablas de desempeño), un sitio web para el intercambio y la difusión de información; y un personal capacitado para ponerlo en funcionamiento. Si fuera necesario, el entrenamiento puede centrarse en métodos y herramientas de gestión de datos (capacitación de la administración de los datos ambientales y formación técnica en software) (RIOCI 2012, 56-66; RIOCI 2018, 62-7).</p>	<p>poseen monitoreos continuos para contar con una línea base, además que falta el equipamiento de laboratorios para el análisis de datos para evitar cualquier modificación o alteración en los datos.</p> <p>La ANA creó y es la administradora del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) que a su vez es la red tecnológica e institucional creada para dar soporte a la toma de decisiones del SNGRH.</p> <p>Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira</p> <p>Para 2017 se creó el POMD que establece el diagnóstico base de la cuenca. Para el año 2017 con establecimiento de la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas, se conformará una comisión estará a cargo del fortalecimiento de compartición de datos.</p> <p>Adicionalmente como compromiso presidencial entre los dos países se tiene la realización del Protocolo Binacional Ecuador-Perú para el monitoreo de las nueve cuencas hidrográficas, a pesar de que se conformó un grupo de trabajo para la realización del protocolo y que cada país cuenca con un protocolo de monitoreo específico no se ha podido avanzar en dicho documento ya que existe variación del personal y cambio de autoridades en ambos países lo que dificulta y retrasa la gestión</p>	<p>nivel de incertidumbre y contribuya a una toma de decisiones acertadas.</p> <p>Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira</p> <p>Los sistemas de información de la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira ha sido trabajada por varios proyectos y convenios, pero sin embargo no se ha obtenido información continua de datos; desde 1971 con la firma del convenio de Ecuador y Perú para las Cuencas Transfronterizas Catamayo-Chira y Puyango-Tumbes se buscaba realizar la ampliación de las redes meteorológicas, hidrológicas y medición de sedimentos, así como la operación, mantenimiento y proceso de datos en forma continua, pero lamentablemente este convenio no se ejecutó.</p> <p>A pesar de que se está creando la comisión binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas, no se dispone de datos transfronterizos ya que la Comisión Binacional aún se encuentra en proceso de construcción de estatutos y posteriormente la creación de Comités por cuenca (Catamayo-Chira) que entre sus atribuciones estarán encargados de la ejecución del fortalecimiento a los sistemas de Información, compartición de datos, establecimiento de los planes de gestión integrada Binacionales, entre otros.</p> <p>Pese a que se tiene la voluntad política para trabajar y mejorar los sistemas de información aún sigue siendo un proceso en construcción ya que no se puede avanzar como se pretende debido a la rotación de personal técnico y administrativo y cambio de autoridades en ambos países lo que provoca discontinuidad del proceso de gestión.</p>
--	---	---

Fuente: EC, 2014 PE 2009
Elaboración propia

1.4 Financiamiento de Organismos de Cuencas Transfronterizas

Mientras el aspecto financiero no esté suficiente en vista de alcanzar la GIRH (la cual depende también de muchos otros factores), se vuelve a menudo una condición esencial para su expresión, en forma aún más crítica en frente del riesgo del cambio climático. Todos los pilares anteriormente evocados necesitan una cierta capacidad de financiamiento y pueden llamar a incentivos económicos para apoyar procesos a largo plazo. Como aclaración conceptual, es importante mencionar aquí que nos ponemos al nivel de gestión de recursos hídricos, donde se opera la solidaridad/redistribución con instrumentos propios (retribuciones económicas por uso y vertimiento/canon/pago por servicios ambientales), y no al nivel municipal que desarrolla sus propios instrumentos de tipo tarifario para un servicio definido (tarifas de agua potable y saneamiento).

I. Instrumentos financieros para la GIRH

A. El agua pura, un bien público impuro

Por una parte, en Ecuador y en Perú, el agua es un bien “no exclusivo” económicamente ya que es parte del patrimonio de las naciones respectivas. O sea, de un punto de vista jurídico, uno no se puede adueñar del agua como recurso. Por otra parte, puede convertirse un bien rival porque en situación de escasez el uso o la contaminación del agua por un actor económico puede imposibilitar el uso por otro actor. Estas características (sistemáticamente no-exclusiva y a potencialmente rival) del consumo de los recursos de agua, le confieren un carácter de bien público “impuro”. Por lo tanto, la actividad humana y sus impactos sobre el medio ambiente generan costos o beneficios económicos compartidos por la sociedad. Particularmente en el caso de una actividad económica de producción: el costo social compartido por la sociedad puede ser diferente del costo privado para el actor económico.

-Si el costo social de una producción esta mayor al costo privado, se genera una externalidad negativa. Por ejemplo una producción industrial a través de un vertido/ una polución que genera costos de depuración compartidos, no integrados en el costo del productor. Tal diferencia puede ser agudizada en situación de cambio climático. Por ejemplo, en frente de una sequía, la misma contaminación genera un costo para la sociedad aún más alto (menos capacidad de autodepuración del río, etc.).

-Si el costo social esta menor al costo privado (como un beneficio), se produce una externalidad positiva, por ejemplo las plantaciones forestales, que pueden apoyar en ciertas condiciones la lucha contra la erosión al beneficio de toda la sociedad. Aquí también, el cambio climático viene aumentar los beneficios (captación carbono de emisiones, protección de fuentes hídricas, etc.).

En ambos casos existen mecanismos para tratar de internalizar las externalidades, en vista de “integrarla” económicamente en el mercado, y promover actuaciones que sean a la vez provechosas para el actor económico y su entorno. En síntesis, podemos listar aquí dos tipos de mecanismos: negativos y positivos.

B. Mecanismos negativos

En el caso de una externalidad negativa, el objetivo del instrumento es de financiar la internalización sino también reducir la externalidad con un incentivo, mediante el pago de una contribución no voluntaria, que no sea un impuesto, ni una multa, sino un mecanismo autónomo implementado con el objetivo de financiar acciones concretas, mediante redistribución vía gestión con una entidad pública. Prácticamente coleccionar fondos para la GIRH (por ejemplo costos de depuración del agua generados por una externalidad negativa) e incentivar a la limitación de las acciones generadoras de daños e impactos negativos para el medio ambiente. Pueden dirigirse hasta el uso/extracción del agua cruda (principio usuario/pagador), o contaminación (principio contaminador pagador). Además de aportar la capacidad de financiamiento a la entidad encargada para acciones concretas (principio de recuperación: “el agua paga por el agua”), eso aumenta mecánicamente el costo de la actividad generadora de impactos, con vocación a reducirla. Se estudiaron teóricamente y prácticamente los mecanismos redistributivos en el proyecto Eco Cuencas con varios proyectos pilotos en América latina, incluso la cuenca Catamayo Chira (Vidaurre, Rouillard y kruger 2017, 1-8).

Tales mecanismos toman varios nombres en América latina, lo que marca la plasticidad del concepto (Tasas retributivas por uso y vertidos en Colombia, Tarifa por uso de agua cruda, y vertidos en Ecuador, Retribuciones económicas por uso y vertido en Perú, Cobranza por uso y vertido en Brasil) según los canales jurídicos privilegiados para poner un “candado” a los fondos generados, la escala del mecanismo (micro-cuenca, cuenca, nacional), los criterios de establecimiento y de redistribución (participativo, no participativo) las características del pago (base de contribuidores, factores, etc.). En realidad a la fecha, es muy difícil alcanzar un nivel de incentivo económico real, y los fondos alcanzados no son suficientes, aunque tales mecanismos toman décadas para

ampliarse. Todavía se necesita un apoyo de los varios entes del Estado con fuente fiscal y subvención para apoyar las acciones relativas a la GIRH.

A. Mecanismos positivos

Los mecanismos de tipo positivo buscan internalizar las externalidades positivas. Por ejemplo, en el caso de un humedal ubicado en el predio de un productor, que actúa en caso de crecida como una esponja en vista de proteger lugares de interés a río abajo frente al riesgo de inundación. Se puede implementar un pago (dicho por servicio ambiental) para este productor agrícola si el protege o “no afecta” el servicio entregado por la naturaleza, dejándole intacto sin producir en el área.

Para establecer un mecanismo de este tipo, se necesita definir el ecosistema, identificar y categorizar los servicios "medioambientales" a internalizar, y proponer una alternativa de valoración. Por ejemplo, en el caso de los pagos por servicios ambientales (PSA), se puede utilizar medios a través del productor para buscar la pérdida económica por el cuándo actúa en beneficio de la sociedad (costo de oportunidad) o a través de medioambiente y su impacto positivo en términos de utilidad para la sociedad (valoraciones contingentes, etc.). En vista de garantizar la ejecución del pago por una parte, y de la acción de conservación (o no afectación) del productor por otra parte, se firma un contrato (acuerdo) de conservación entre el productor, y los actores económicos beneficiarios directamente o a través de una interfaz que reduce los costos de transacción (por ejemplo un fondo de agua).

I. Caso de la cuenca Catamayo Chira

A. Mecanismos existentes

En el Ecuador, se instauró con la ley de 2014 el principio de una tarifa nacional por el uso y aprovechamiento del agua cruda (extracción de recursos), cuya implementación es de responsabilidad de la SENAGUA, y una tarifa nacional para los vertidos (responsabilidad de la autoridad ambiental nacional: el Ministerio del Ambiente). La tarifa agua cruda ha sido implementada con el Acuerdo Ministerial N° 0010-SENAGUA-2017 del 28 de junio de 2017, mediante el cual se reforma el Acuerdo Ministerial 1522, del 23 de mayo de 2017. Se establece con factores específicos (según el tipo de uso, las condiciones geográficas, características del usuario). La ley y los acuerdos ministeriales prevén que se dedique una parte significativa de los fondos cobrados a acciones de conservación en el territorio. Todavía su modelo de gestión está

en proceso de implementación pero cabe destacar que la cuenca Catamayo es un piloto para todo el país en este sentido.

En el Perú, existen retribuciones por uso y vertidos, de responsabilidad de la Autoridad Nacional del Agua. Se enmarcan en la ley 29338 del 2009 y dependen anualmente de un Decreto Supremo del Ministerio de Agricultura (quien define los montos y factores), y una Resolución Jefatural por el jefe de la ANA. También se prevén factores específicos según el tipo de instrumento, la zona de cobranza y las características del uso. En la actualidad, se está cobrando retribuciones en el territorio y el producto de los recursos colectados esta esencialmente dirigido para el financiamiento de la administración de la ANA. Se amplió progresivamente en los años 2010 la cobranza, pero todavía no es suficiente para inversiones reales en las cuencas. La “vuelta” de los fondos recaudados pasa primeramente por la operación de la administración nacional de los recursos hídricos y el acercamiento al usuario.

Existen también un cierto dinamismo en la cuenca Catamayo-Chira para fondos de agua, que operan en forma independiente de las administraciones nacionales: el FORAGUA en el Ecuador, el FORASAN y el Fondo Quiroz en Perú quienes financian acciones de conservación en base a contribuciones municipales y/o de juntas. En el Ecuador, el mecanismo se fundamenta en la ley de recursos hídricos que permite la emergencia de retribuciones municipales. En base a una ordenanza municipal, y mediante un fideicomiso, se ha podido facilitar un circuito financiero eficiente localmente, con acciones concretas en territorio. Sin embargo, falta todavía un diferencial de financiamiento al frente de las grandes necesidades en la zona, que aumentan con el cambio climático.

B. Retos

Podemos aquí listar ciertos retos propios de la zona de estudio con respecto al desarrollo los mecanismos financieros para la GIRH, en particular frente al cambio climático:

-Cultura de pago

En el conjunto de los mecanismos existentes, limitándose al “pequeño” ciclo del agua, cabe destacar que los sistemas tarifarios a nivel municipal (Agua Potable y Saneamiento – AP&S) no permiten en muchos casos de cubrir los costos variables (operación y mantenimiento en personal, insumos y energía), y casi nunca los costos fijos (de inversión para la infraestructura, asumida por subvenciones regionales/provinciales, nacionales o internacionales). Porque el establecimiento de tarifas municipales de AP&S

se realiza sin consideración de los costos del servicio, y que una elevación brutal puede ser costosa simbólicamente (o electoralmente) por las administraciones locales y empresas responsables. De un punto de vista estrictamente económico, aunque la capacidad de pago puede ser significativa (compras regulares en los hogares de agua envasada o sodas para compensar la ausencia de agua de calidad al grifo), la voluntad a pagar de los actores se queda así limitada: sin pago no aumenta la calidad del servicio, y queda sin estándares altos; la voluntad de pagar queda estancada.

Por lo tanto, establecer mecanismos financieros de gestión del gran ciclo del agua a nivel de cuenca, sin un servicio tan “visible” como el de agua potable y saneamiento, se vuelve un reto muy difícil de superar. Aquí aparece la complementariedad de los pilares de la GIRH: la participación de los usuarios (a través de consejos de cuenca), la transparencia de la gestión (información y puesta a disposición del conocimiento a través de herramientas de difusión, campañas de sensibilización y cultura del agua) pueden ser unas formas de facilitar un crecimiento de la voluntad de pago. De hecho, el usuario se acerca de la decisión pública para los recursos hídricos, y entiende en que su contribución puede apoyar el financiamiento de acciones, dando expectativas de ampliación de los mecanismos.

-Relación con la planificación

Por otra parte, es muy importante considerar que la planificación, en el caso de Chira-Piura en Perú y en mayor magnitud del Plan Nacional en Ecuador, fue realizada según criterios técnicos de gestión de recursos hídricos. Se propuso un programa de medidas costeadas sin un análisis profundo de disponibilidad económica para realizar las acciones planteadas. Resultó ser una lista/cartera de opciones, tan pertinentes que se veían desde un principio, pero infortunadamente no pueden ser realizadas a su totalidad por falta de financiamiento.

Un reto, para la planificación en el marco de los trabajos de la Comisión Binacional, será siempre de dimensionar las acciones propuestas a una realidad económica del territorio, que tiene que estar detallada en la línea base del proceso de planificación, comprobada con los actores en el diagnóstico, clara en los objetivos, y aplicada con un análisis costo benéfico al momento de la definición de medidas; además, de hacer cooperaciones lo más transparentes posibles entre los mecanismos existentes en la cuenca.

Para apoyar la legitimación de ambos procesos (ampliación de la cultura de pago, y legitimación de la planificación participativa). A veces, una planificación de eficiencia a largo plazo con altos costos económicos puede transformarse en un obstáculo en comparación con una planificación a corto plazo (planificación realista ajustada a la realidad económica de la cuenca). Así se acompañara la ejecución y el seguimiento del plan en forma más realista. Y se podrá iniciar una dinámica positiva de fortalecimiento de la GIRH,

-Agua virtual

Finalmente, retomando el concepto de agua virtual (Allan 2011, 1-80), es importante considerar que una producción agrícola que tiene disposición a ser exportada conlleva una salida de agua del ciclo propio a la cuenca. Por ejemplo, las grandes producciones agroexportadoras del sistema Catamayo/Chira-Piura, notablemente en Perú a río abajo del embalse de Poechos, llaman la atención sobre la salida de volúmenes de agua a través de la producción agrícola para llegar al mercado internacional (exportación de mango, bananos, etc.). También cuestiona unos patrones de cultivos dependientes de una oferta “artificial” de agua en situación de escasez (arroz, incluso por inundación, etc. destinado al mercado nacional). El problema de la sedimentación del embalse (parcialmente impactado por el cambio climático, aunque cada FEN puede acumular años de sedimentos al fondo de la presa), deja un reto sobre la gestión de la “demanda” de agua a río abajo para recuperar volumen útil. Y a la diferencia de la pequeña agricultura a ciclo corto que también existe en la cuenca, cabe mencionar que se genera un valor agregado bastante alto a la producción que quita la cuenca. Como el crecimiento de tales actividades esenciales por el dinamismo económico de la región depende del agua de la cuenca; la agroexportación podría útilmente ser contribuidora de su conservación. Las repercusiones se verían así en el precio de venta al exterior de la cuenca. En cierta forma, significaría hacer pagar parte de la conservación por los consumidores internacionales de frutas quienes consumen también el agua de la cuenca.

2. Apreciaciones de la GIRH de los actores de la cuenca transfronteriza Catamayo Chira

Para la obtención de la información de la implementación de la GIRH en la cuenca transfronteriza Catamayo –Chira se procedió a realizar encuestas cualitativas a los actores

que realizan la gestión y planificación de la cuenca, es decir a la Secretaría del Agua en Ecuador (SENAGUA) en planta central y en la DHPC, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en Perú y al Instituto Regional de Apoyo a la Gestión de los Recursos Hídricos (IRANGER) en Perú y a dos de los proyectos que se están ejecutando a nivel binacional en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira ECOCUENCAS³⁶ y PNUD³⁷.

Al lado ecuatoriano se puede mencionar que los dos encuestados señalan a la GIRH como un conjunto de instrumentos, normas, procesos, metodologías; asimismo mencionan que la GIRH a más de ser una herramienta de planificación implica una “*forma diferente de ver el mundo*”, es decir deja de lado la visión sectorial (la naturaleza o sus diferentes ecosistemas funcionaran independientemente), a un *enfoque integrado* realizar un manejo sustentable de una cuenca hidrográfica la cual debe considerar a todos los ecosistemas que los conforman y manejarlo de una forma equitativa y justa es decir; identificar ,articular y vincular a los diferentes actores que usan y abusan de los recursos hídricos e integrarlos bajo una sola visión, estableciendo mecanismos y formas de asumir corresponsabilidades para lograr la sustentabilidad de la misma.

Por otro lado hacen alusión a que la GIRH se encuentra dentro de su marco regulatorio LORHUyA con un *enfoque ecosistémico* es decir aplicando estrategias para el ordenamiento integrado del agua, la tierra y los recursos vivos, promoviendo la conservación de los mismos y adecuando el uso sostenible de manera equitativa. Asimismo mencionan que existe dificultad en la implementación de la GIRH ya que es una experiencia relativamente nueva (LORHUyA 2014), además que aún no existe experiencias concretas como estado (Ecuador) en la aplicación de este enfoque, sin embargo existe importantes avances que se orientan o están encaminados a la aplicación práctica; un ejemplo de ellos es la creación espacios de coordinación y participación para vincular a todos los actores de la cuenca, los llamados “*Consejos de cuenca*”, por unidad de planificación hídrica; así como, acciones encaminadas al fortalecimiento del diálogo entre Estado y sociedad para alcanzar una mayor cohesión social y buena gobernanza, mediante el fomento de vínculos de corresponsabilidad en la gestión integrada de los recursos hídricos de la Cuenca Catamayo.

³⁶ ECOCUENCAS: “*Cuencas y Redistribución Financiera en Acción*” Consolidación de la gestión de cuencas hidrográficas, aumentado su resiliencia a las consecuencias del cambio climático y desarrollando mecanismos redistributivos, favorables al desarrollo sostenible en cuencas seleccionadas en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú

³⁷ PNUD Gestión integrada de recursos hídricos en las cuencas y acuíferos transfronterizos de Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarumilla.

Por otro lado hacen mención a que existe una problemática con los actores que conforman la cuenca ya que, aún ejecutan actividades sin articularlas al Plan Nacional de Recursos Hídricos y a los Planes de Gestión Integral por Cuenca Hidrográfica, lo que genera “*brechas de gobernanza*” (trabajos unilaterales). Entre las dificultades de aplicación de la GIRH dentro de la cuenca de estudio se puede mencionar que los dos encuestados coinciden en que se debe:

- Evaluar la gestión y actividades de las instituciones a nivel nacional y local sobre la gestión integral de los recursos hídricos, en base a sus competencias legales a fin de coordinar y articular dicha gestión, para superar las “*brechas de gobernanzas*”.
- Culminar el proceso de integración del Consejo de la Cuenca, por parte de la DHPC SENAGUA, facilitando que los Gobiernos Autónomos Descentralizados y organizaciones de usuarios equilibren sus obligaciones de manejo integral de los recursos hídricos de la cuenca; y,
- Fortalecer el diálogo social entre Estado y sociedad para alcanzar buena gobernanza.
- Disponibilidad política binacional de trabajar en conjunto.

Finalmente los encuestados mencionan que hasta el año 2009, en base al convenio Binacional para el aprovechamiento de las cuencas hidrográficas Puyango Tumbes y Catamayo Chira, en su contraparte, la ex Subcomisión Ecuatoriana -PREDESUR- a nivel local, desarrolló acciones encaminadas a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. En la actualidad con la firma del acuerdo que establece la Comisión Binacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las nueve Cuencas Transfronterizas entre Ecuador y Perú se podrá lograr trabajos conjuntos adecuados para implantar la GIRH a nivel local, nacional como binacional, lo cual favorecería sustancialmente como una medida adaptación al cambio climático.

Al lado peruano se puede señalar que los dos encuestados definen a la GIRH como el medio de planificación, donde la participación de los actores es fundamental para la toma de decisiones de manera articulada, consensuada y oportuna; asimismo, hacen mención a los pilares que posee la GIRH como: a) La planificación de los recursos naturales e hídricos; b) la participación activa de los actores en la gestión desde una instancia reconocida y legitimizada por la misma autoridad nacional, como la creación del “*Consejo de Recursos Hídricos*”; c) definición de los instrumentos o herramientas de financiamiento; d) contar y ejecutar un plan concertado de la cuenca hidrográfica.

Igualmente mencionan que la GIRH dentro de su marco regulatorio posee varias aristas, debido a que la GIRH es un proceso participativo y como tal el hecho de participar es tomar decisiones conjuntas consensuadas que permitan el afianzamiento de instituciones, organizaciones y población en general.

Por otro lado indican que la GIRH en el Perú se ha realizado a partir del año 2008, desde la elaboración del POMD³⁸ Catamayo Chira (aprobado el 2008) el mismo que viene siendo ejecutado por el Gobierno Provincial de Loja y el Gobierno Regional de Piura (este no cuenta con el aval de la ANA para el lado peruano), la creación de la Autoridad Nacional del Agua, para luego seguir con la promulgación de la Ley de Recursos Hídricos (2009) y el Reglamento de la Ley de RRHH (2010). Además que en junio del 2011, se aprueba la creación del *Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Chira Piura* como espacio de participación dentro de la cuenca; y en su ámbito de intervención en el 2013 se aprueba el Plan de Gestión de los Recursos Hídricos Chira-Piura (a pesar de los años es muy poco lo que se viene ejecutando); a nivel transfronterizo en el año 2017, se aprobó el Acuerdo Binacional para la GIRH en las 9 cuencas transfronterizas de ambos países.

Es importante indicar que uno de los problemas que ha sufrido la cuenca Chira-Piura es “el deterioro de la calidad de agua, debido al vertimiento de aguas residuales de la población así como los residuos sólidos que impactan en el ambiente producido por actividades agrícolas (cultivos de caña, arroz, y frutos)” (Quispe 2017, párr. 1). De la misma forma evocan que la cuenca Catamayo Chira se ve afectada por el cambio climático y el Fenómeno El Niño; “esto se muestra en la variabilidad de las lluvias o precipitaciones, las que generalmente se han atrasado, antes se iniciaba en octubre–noviembre, ahora llega a diciembre–enero; también se muestran que las sequías en los últimos años son más recurrentes” (Cabrejos 2017, párr.1). La situación se agrava con la presencia del FEN, lo que genera destrucción de infraestructura social, económica y familiar; además de las pérdidas económicas en la actividad agrícola, principalmente. “El año 2017, en gobierno invirtió más de 7mil millones de soles, solo en Piura para rehabilitar la infraestructura dañada por el FEN” (Cabrejos 2017, párr.1). Una medida de adaptación que ha propuesto la ANA es la priorización del mejoramiento de la

³⁸ POMD: La cuenca Catamayo Chira tiene un diagnóstico completo por sub cuencas, caso Catamayo, Macará y Alamor (lado ecuatoriano), y cuencas Quiroz, Chipillico y Chira (lado peruano), trabajado con fondos de la Agencia Española de Cooperación Española – AECID, documento que fue elaborado durante los años 2002 al 2007, el mismo que ha terminado con la elaboración del Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo de la cuenca Catamayo Chira – POMD.

infraestructura hidráulica del sistema Chira Piura, parte baja de la cuenca Catamayo-Chira, así como la rehabilitación de la infraestructura hidráulica.

Desde el 2011 se vienen desarrollando actividades y proyectos en favor de la cuenca como medida de adaptación a nivel local. La última experiencia fue la realización del proyecto Aguas Sin Fronteras (2015–2017) ejecutado por los gobiernos de Loja y de Piura, con financiamiento de la Comisión Europea; ha trabajado obras físicas para lograr una mayor retención de agua y el mejor manejo del agua para sus actividades productivas, en las partes altas de la subcuenca Macará (cuenca fronteriza).

Finalmente entre las dificultades de aplicación de la GIRH dentro de la cuenca de estudio se puede mencionar que los dos encuestados coinciden en que:

- Se espera que tanto SENAGUA y ANA elaboren planes de trabajo fronterizo desde una proyección a enfrentar el cambio climático, que altera mayormente a la parte baja de la cuenca transfronteriza Catamayo Chira.

- Se debe implementar mecanismos para lograr fondos que permitan la ejecución del Plan de Gestión de los Recursos Hídricos Chira-Piura.

- Se necesita fortalecer y consolidar el trabajo binacional que vienen desarrollando los representantes del SENAGUA y ANA, para poder aprobar actividades en favor de una mejor gestión de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira.

- Se debe constituir una plataforma o Consejo/Agencia de cuenca binacional, reconocida por los gobiernos nacionales de Perú (ANA) y Ecuador (SENAGUA), y los gobiernos Regional de Piura y Provincial de Loja.

- Se necesita recuperar el Plan de Ordenamiento, Manejo y Desarrollo - POMD de la cuenca Catamayo Chira, aterrizándolo en actividades o proyectos priorizados referidos a la gestión y conservación de la cuenca binacional. Debe contener sus indicadores de evaluación.

Finalmente, se puede indicar que los encuestados de los proyectos binacionales mencionan que la GIRH dentro de la cuenca es un proceso en marcha, la complejidad de trabajar a nivel binacional implica una combinación de las normativas de ambos países, lo interesante es que la gestión de acciones y presupuestos se realiza a través de las cancillerías por decisión del ejecutivo, sin embargo el desarrollo e implementación de proyectos en el territorio puede mejorarse con una mayor cooperación de partes de las autoridades seccionales y locales y el trabajo de las comunidades de ambos países

Pero la limitación más grande es el financiamiento para ejecutar acciones, principalmente las del enfoque ecosistémico que incluye la gestión ambiental,

saneamiento y participación comunitaria con la inclusión de los consejos de cuenca de ambos países; la acción conjunta de las instituciones de ambas naciones es necesaria para evitar que existan perjuicios en cualquiera de las dos jurisdicciones y puedan cumplir las metas de desarrollo por las cuales cooperan ambas naciones desde la firma del tratado de Paz.

3. ¿Cómo la GIRH ayuda a la adaptación? En la cuenca transfronteriza Catamayo Chira

Como se analizó en el capítulo dos se conoce los desafíos ambientales actuales y de cambio climático de la cuenca, sabemos también que la adaptación mejora la resiliencia de las poblaciones haciéndolas menos vulnerables a las consecuencias del cambio climático. Asimismo, conocemos que entre las medidas prioritarias de adaptación de Ecuador y Perú se encuentran la protección y gestión de los recursos hídricos, ya que la disponibilidad hídrica y la contaminación antropogénica está afectando directamente a la seguridad humana y puede generar desestabilización, conflictos sociales y políticos en ambos países.

Igualmente, como se pudo apreciar la GIRH es un instrumento de gobernanza ambiental con el fin de desarrollar y coordinar el uso sostenible de los recursos hídricos, además maximiza el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Asimismo percibimos que cada pilar de la GIRH es sumamente importante para gestionar la cuenca de estudio de una manera sostenible.

Es así que la GIRH ayudaría a la adaptación al cambio climático en la zona de estudio ya que es un instrumento versátil que permite la resiliencia ante los efectos hidrológicos de los eventos extremos y a las nuevas incertidumbres evocadas en las proyecciones climáticas disminuyendo la vulnerabilidad. La “habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar posibles daños, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias, se entiende como capacidad de adaptación” (IPCC 2001,40).

La GIRH ayudaría al proceso de adaptación de la cuenca Catamayo Chira porque facilitaría a las dos entidades ANA y SENAGUA a conseguir recursos financieros para la implementación de la comisión binacional por medio de proyectos a favor de la protección y conservación de la cuenca por medio del Fondo de adaptación (COP 21), fondos GEF que ayudaría a la realización de acciones como revestimientos de los canales

Chira-Piura, protección de riveras en el lado Ecuatoriano, dragado del embalse Poechos, campañas de sensibilización y capacitación de nuevas metodologías de riego a favor de la conservación de la cuenca en ambos países.

Asimismo, Ecuador y Perú al poseer sus TCN enfocadas a la protección de recursos hídricos como medidas de adaptación podrían conseguir recursos económicos a nivel binacional, nacional y local a favor de la cuenca en proyectos de investigación para luchar contra la contaminación y los efectos que se están produciendo por el cambio climático.

En tanto que “infraestructuras naturales”, la biodiversidad y los ecosistemas desempeñan un papel importante en la adaptación. No obstante, muchos ecosistemas de la cuenca se encuentran amenazados y corren el peligro de perder su función. La GIRH posee mecanismos para calcular el valor de los servicios que prestan los ecosistemas pueden ayudar a evitar una mayor degradación y a respaldar la restauración de dichos ecosistemas si se incluyen en los análisis de coste-beneficio para las medidas de adaptación (medidas sin remordimiento, pagos por servicios ambientales).

La cuenca Catamayo Chira dentro de sus marcos normativos menciona a la GIRH con un enfoque ecosistémico, además evoca a una “integración de actores de la Cuenca”, la implementación de este nuevo modelo de gestión en estos países, trasciende los aspectos de orden técnico y pasa a constituir un desafío técnico, político, social, económico y cultural que compromete a la sociedad en su conjunto. La adopción y aplicación de la GIRH en estos países requiere modificar la manera como la comunidad que utiliza los recursos de agua ha conducido su accionar, particularmente la manera como se realizan las inversiones. Para producir efectos de esta naturaleza y campo, se requieren nuevas formas de dirigir los aspectos conceptuales, regionales y globales y las agendas para la implementación de acciones.

Por otro lado, la GIRH transfronteriza puede favorecer una adaptación más eficiente y eficaz, ya que algunas medidas que respaldan la adaptación en Ecuador pueden ser más eficaces si son adoptadas en Perú. La prevención de las inundaciones, por ejemplo, puede ser llevada a cabo mediante la creación de zonas de retención río arriba, quizás en Catamayo aguas arriba. La GIRH o adaptación transfronteriza puede ampliar la base de conocimientos- información, aumentar el conjunto de medidas disponibles para la prevención, preparación y recuperación y de esa manera, ayudar a encontrar soluciones mejores y más rentables. Además, incrementar la zona de planificación permite que las medidas estén localizadas donde creen un efecto óptimo.

Las GIRH a nivel transfronterizo ayudarían a la adaptación ya que construyen resiliencia en la cuenca Catamayo Chira y sus comunidades, proporcionando capacidades para gestionar cambios en las presiones físicas, económicas y políticas, a través de la planificación de la cuenca y la gestión sustentable del agua. Las GIRH a nivel transfronterizo es el “motor” de la gobernanza en las cuencas transfronterizas, proporcionando los medios, mandatos y recursos necesarios para implementar acuerdos formales e informales, que reflejen las necesidades e intereses de los actores involucrados.

La GIRH ayudaría a la adaptación en ambos países ya que deberían trabajar en mejorar sus sistemas de información que disponen para mejorar la calidad y acceso de los datos, por otro lado deben optimizar la cooperación interinstitucional para evitar duplicidad de datos, y retro alimentar la base disponible de información de cada país; además se deben buscar financiamiento para mejorar sus plataformas de información.

Como trabajo Binacional los países deben contar con personal capacitado y de nombramiento (personal fijo) para evitar retrasos en la planificación; una vez establecidos los estatutos de la Comisión Binacional y conformado el Comité de la Cuenca Catamayo-Chira se debería crear mecanismos financieros binacionales para la construcción de una plataforma de información Binacional, sala de situación para trabajar en modelos de simulación eficientes con datos estandarizados para controlar mediante los sistemas de información los fenómenos extremos como inundaciones, sequías y el fenómeno del Niño que posee la cuenca. Además de realizar una planificación adecuada sobre la oferta y la demanda de agua a nivel nacional y transfronterizo.

Entonces se podría decir que la GIRH a más de ser una herramienta eficiente y ajustable a las necesidades de cada país y a nivel transfronterizo para el manejo de recursos hídricos se vuelve una medida indispensable de adaptación al cambio climático.

Conclusiones

Ecuador y Perú poseen normas legales similares orientadas a la adaptación del cambio climático mediante la ejecución de las respectivas estrategias Nacionales de Cambio Climático (ENCC) que abarcan los Planes de Adaptación Nacionales. Ambas consideran como prioridad la protección de los recursos hídricos en este contexto.

Por otra parte, los dos países, a través de sus leyes respectivas de recursos hídricos y de los instrumentos de sus entes rectores SENAGUA y ANA tienen ambiciones legales e institucionales fuertes para la gestión de los recursos hídricos (en términos de provisión de agua en cantidad y calidad para todos los usos según su orden de prelación o de prevención contra los riesgos hídricos), presentadas en el capítulo uno de la tesis. Hemos constatado que se propone en cada país una definición propia de la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Demostrando que este concepto, más allá de su definición “aceptada” internacionalmente de forma teórica, es primeramente una práctica, un proceso dependiendo de las condiciones en las cuales se implementa, ambos países dentro de sus legislaciones han dado “derechos a la naturaleza” a favor de la protección y conservación.

Pese a que se poseen legislación a favor de los recursos naturales la problemática que posee es que sin apropiación por los actores en una lógica territorial, tomando en cuenta las especificidades y necesidades de los usuarios, sin integración de la información disponible entre productores y consumidores de datos, sin planificación integral adecuada y sin mecanismos de financiamiento sostenibles (que también integren a los propios actores de las cuencas), la política pública de gestión de los recursos hídricos no podrá alcanzar tales objetivos normativos e institucionales.

El caso de la Cuenca Catamayo-Chira es un buen ejemplo de tal constatación, con retos de gestión sustanciales sobre los recursos, presentados en el segundo capítulo de la presente tesis y en las proyecciones de mapas climáticos producidos (afectaciones a la calidad del agua, equilibrio oferta y gestión de la demanda, riesgo cuantitativos de eventos extremos sequía e inundación, Fenómenos del Niño, infraestructura hídrica en peligro con el embalse de Poechos, etc.). El análisis muestra que cada uno de estos desafíos puede ser agudizado por el cambio climático. Entonces, a más de ser una herramienta necesaria para los recursos hídricos, la gestión integral del recurso hídrico se vuelve una condición de adaptación al cambio climático.

El tercer capítulo estudia tales expectativas en los varios pilares de la GIRH (sistemas de información, participación/gobernanza ambiental, planificación integral, mecanismos financieros), contextualizados al caso de la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira. En cada caso, se demuestra que existen trabajos positivos en ambos países, y que las partes respectivas Catamayo y Chira-Piura son relativamente avanzadas como pilotos nacionales en Ecuador y Perú. Sin embargo todavía queda mucho por hacer, y los retos son importantes dentro del territorio nacional tanto de Perú como Ecuador (tomando como ejemplo las ocho cuencas transfronterizas faltantes que ambos países poseen). De un punto de vista institucional y de gobernanza, podemos aquí concluir que el esfuerzo conjunto para el desarrollo de la GIRH representa una medida sin remordimiento, porque será relevante cual que sea la realidad del cambio climático a esperar.

En forma “urgente”, podemos también decir que el cambio climático genera paradójicamente una oportunidad para el fortalecimiento de la GIRH. Etimológicamente, adaptación proviene del latín *“adaptare”* que significa *“ajustar una cosa u otra”*, compuesto del verbo *“ad”* que expresa *“hacia”* y el verbo *“aptare”* que figura *“ajustar o aplicar”*. Literalmente, es la *“acomodación o ajuste de algo respecto a otra cosa”*. Como se evocó en el capítulo dos en la cuenca están ocurriendo fenómenos climáticos como inundación, sequías que se vuelvan más prolongadas sin olvidar el fenómeno del Niño que se vuelve cada vez más fuerte; se puede mencionar también que es indispensable tomar medidas adaptativas, por lo que la GIRH es un instrumento de gobernanza que a más de ser adaptativo mejoraría la gestión de los recursos hídricos. Es así que, a todos niveles de gestión local, nacional y transfronterizo (a través del financiamiento internacional de la adaptación, a través de la toma de conciencia local del riesgo hídrico con eventos extremos siempre más impactantes para la opiniones públicas como fue el caso del FEN en 2016-2017), la GIRH apoya a la implementación de las medidas de adaptación al cambio climático y el cambio climático apoya la implementación de la GIRH (es decir están estrictamente vinculadas) teniendo como objetivo de común el “ajuste” de gestión a favor de la protección de los recursos hídricos.

La GIRH es un proceso cambiante, no un estado de hecho, ni tampoco un procedimiento milagroso. Se inscribe en el tiempo, y la legitimación de los instrumentos se construye a largo plazo. Entonces se puede indicar que la necesidad de actuación binacional en la Cuenca Catamayo Chira podría también favorecer la implementación de la GIRH en cada país. Y la actualidad da expectativas grandes en este sentido, con la

firma del Acuerdo para la creación de la Comisión de las nueve cuencas fronterizas (incluyendo a Catamayo-Chira) en octubre 2017.

La creación de la Comisión Binacional realizada entre los dos países puede ser el instrumento de gobernanza óptimo para la realización de la GIRH como medida de adaptación no solo para la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira sino también a nivel de otras cuencas transfronterizas que comparten los dos países.

Bibliografía

- AECID.2006. “Proyecto Binacional Catamayo Chira – Proyecto Twinlatin”.*POMD*.Piura
<http://siar.regionpiura.gob.pe>
- AECID,UTPL,UNP. 2005. “Plan Binacional Catamayo-Chira. Caracterización Hídrica y Adecuación entre la Oferta y la Demanda V y Documentación Básica Cuenca Binacional Catamayo Chira”. *Informe Base Cuenca Catamayo Chira*, Loja -Piura.
- Aguirre, Mario.2011. “La Cuenca hidrográfica en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos”. *La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)*.Panamá.
http://www.siagua.org/sites/default/files/documentos/documentos/cuencas_m_aguirre.pdf.
- Alcántara, Manuel. 2009. “De la gobernabilidad. América Latina Hoy”. *Gobernabilidad en Latinoamerica*. <http://revistas.usal.es/index.php/1130-2887/article/view/2288>
- Allan, Tony.2011. “*Virtual Water: Tackling the Threat to Our Planet's Most Precious Resource*”. Londres: I.B Tauris.
- Alonso, Mercedes, Hermoza, Jose. 2008. “El Proyecto Binacional Catamayo Chira una experiencia de Binacionalidad”. *Informe del Proyecto Binacional Catamayo Chira una experiencia de Binacionalidad*, Zaragoza.
- ANA, IRAGER. 2016. “Evaluación Regional en Perú Cuenca Chira-Piura, de la situación actual de la Girh integrando el cambio climático”. *Componente 1 Proyecto ECOCUENCAS*, Piura.
- ANA, IRANGER. 2016. “Conocimiento e Identificación de los Riesgos Hídricos Cuenca Chira”. *Componente 1 Evaluación Regional En Perú. Cuenca Chira Piura, de la situación actual de la GIRH integrando el cambio climático*, Piura.
- Armenta, Guillermo, Villa Jorge Luis, y Jácome Pablo. 2016. “Proyecciones Climáticas de Precipitación y Temperatura para Ecuador, bajo distintos Escenarios de Cambio Climático”. *Informe de Proyecciones Climaticas de la Tercera Comunicación de Cambio Climatico de Ecuador*, Quito.
- Astorga, Yamileth. 2013. “Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal”.*Global Water Parnership*.Costa Rica.
<file:///C:/Users/Belle/Downloads/Gu%C3%ADa%20GIRH%20a%20escala%20municipal.pdf>.

- Belletich, Elena. 2015. "Poechos: el coloso del Perú". *Sedimentación del embalse Poechos*. Piura. <http://udep.edu.pe/hoy/2015/poechos-el-coloso-del-peru/> (último acceso: 22 de septiembre de 2018).
- Cabrejos, Carlos, 2017. 2017. Entrevistado por Belén Benítez. Encuestas GIRH como herramienta de adaptación en la cuenca Transfronteriza cuenca Catamayo Chira.
- Carabine, Elizabeth, y Lemma Alberto. 2014. "El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC ¿Qué implica para Latinoamérica?". *IPCC PAGE*. <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/12/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf>.
- CEPAL. 1998 "Manejo Integrado del Recurso Agua con la Perspectiva de los Principios de Dublín". *Water Guide Gestión Integral del Recurso Hídrico*. <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcg2022s.pdf>.
- CIIFEN. 2017. "Adaptación y mitigación frente al Cambio Climático". Centro de Investigación de Fenómeno del Niño. Ecuador. http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=102&Itemid=341&lang=es.
- . 2016. "Informe de evaluación de impactos del Fenómeno El Niño 2015 2016". Centro de Investigación de Fenómeno del Niño. Ecuador. <https://www.prades-ciifen.org/.../46-estudio-tecnico-sobre-impactos-del-enso-2015-2016.pdf>
- COSUDE. 2007. "La Gobernabilidad como tema Transversal: Guía de Orientación para su implementación". *Gobernabilidad en America Latina*. España https://www.eda.admin.ch/dam/deza/es/documents/themen/anwaltschaft-regierungsfuehrung/156840-governance-transversal-theme_ES.pdf
- De la torre, Carlos. 2014. "Principales avances en la Gestión del Agua y la Adaptación al Cambio Climático en los ecosistemas de montaña". *keneamazon.net*. Lima. <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/VirtualLibrary/Ecosistemas/60.pdf>.
- Domínguez, Judith. 2011. "Hacia Una Buena Gobernanza de Gestion Integrada del Recurso Hídrico Documento Tematico de las Americas". Gobernanza. Lima. <http://www.oas.org/en/sedi/dsd/iwrm/past%20events/D7/6%20WWF-GOBERNANZA%20Final.pdf>.

- Dourojeanni, Axel. 2013. “La GIRH: Una Meta Elusiva en América Latina”. *La Gestión Integral del Agua*. <https://www.iagua.es/blogs/axel-dourojeanni/la-girh-una-meta-elusiva-en-america-latina>
- Dourojeanni A., Jouravlev y A., Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Chile.
- EC Ministerio del Ambiente . 2009. Acuerdo Ministerial Nro 086. 08 de marzo de 2017.
- .2009. Decreto Ejecutivo 1815 Registro Oficial Nro. 636.07 de marzo de 2018.
- .2009.Ministerio del Ambiente. 02 de marzo de 2018.
- .2013.Acuerdo Ministerial 095. Quito, 17 de junio de 2018.
- .2013. PACC (Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en el Ecuador). 08 de marzo de 2018.
- .2013.PRAA (Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático / Adaptación al impacto del retroceso acelerado de glaciares en los andes tropicales).08 de marzo de 2018.
- .2012. Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025. 08 de marzo de 2018.
- .2014. Acuerdo Ministerial 248. Quito, 14 de marzo de 2018.
- .2015. “El Cambio Climático afecta los Recursos Hídricos”. <http://www.ambiente.gob.ec/el-cambio-climatico-afecta-los-recursos-hidricos/pdf..>
- .2017. Acuerdo Ministerial Nro. 64. 08 de marzo de 2017.
- .2017. Código Orgánico Ambiental. 08 de marzo de 2018.
- .2017.Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. 08 de marzo de 2018.
- EC Secretaría del Agua. 2016.Estrategia Nacional de Calidad del Agua.*Documento de planificación*, Quito.
- .2016. Estudio de Evaluación de la Situación Actual y de las principales necesidades en Términos de Gestión Integral de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Catamayo, Ecuador. *Producto del Proyecto Ecocuencas (Catamayo-Chira) elaborado por la DHPC, Demarción Hidrográfica Puyang0-Catamayo, Secretaría del Agua*, Loja.
- .2016. Estudio de Evaluación de la Situación Actual y de las Principales Necesidades en Términos de Gestión Integral de los Recursos Hídricos en la

- Cuenca del Río Catamayo, Ecuador. *Componente 01 Proyecto ECOCUENCAS elaborado por la DHPC*, Loja.
- .2015.Estrategia Nacional de Calidad del Agua y Saneamiento, Fase I Diagnóstico, prioridades, estrategias y propuestas programáticas. *Documento de Planificación*, Quito.
- .2014. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. 08 de marzo de 2018.
- .2011.Avances en la Implementación de la Política Integral e Integrada de los Recursos Hídricos.Quito.
- .2010. *Avances en la Implementación de la Política Integral e Integrada de los Recursos Hídricos*. La gestión Integrada del Recurso Hidrico en Ecuador. <http://www.agua.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/08/InformeGestion2010-2011.pdf>.
- EC 2008. *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449. 20 de octubre.
- EC SENPLADES. 2017. “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida”. http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf.
- EC;PE Convenio Binacional. 2017. “Comisión Binacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídricos de las cuencas Transfronterizas entre Ecuador-Perú”. *Convenio Binacional*, Trujillo.
- EC;PE Convenio Binacional. 1971. “Convenio para el Aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas Binacionales Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira.» Convenio Binacional Ecuador -Perú”. Washington.
- EUROCLIMA. 2011. “Los Recursos Hídricos en América Latina”. *EUROCLIMA*. 24 de marzo de 2018. <http://www.euroclima.org/es/paises/item/423-los-recursos-h%C3%ADdricos-en-am%C3%A9rica-latina>.
- FAO.1990.“Evapotranspiración del Cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”. *FAO*. <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>
- Fenwick, y Miralles. 2013. “Como evitar una crisis de agua en América Latina y el Caribe”. *América Latina y Recursos Hídricos*. 24 de marzo de 2018.<https://blogs.iadb.org/agua/2013/09/19/water-crisis/>

- Fossa, Bruno. 2017. *Piura: calculan S/560 millones para reparar sistema de riego*. Sistema de riego Chira-Pura. <https://elcomercio.pe/peru/piura/piura-calculan-s-560-millones-reparar-sistema-riego-418394.pdf>
- García, Cristina. 2014. “El Cambio Climático: los Aspectos Científicos y Económicos más Relevantes”. *Cambio Climático*. 28 de febrero de 2018). <https://revistas.ucm.es/index.php/NOMA/article/viewFile/38052/36806>
- Gerendas-Kiss, Sandor. 2017. “¿Son realistas los objetivos del Acuerdo de París?”. *Conferencia de las Partes París*. 27 de febrero de 2018. <https://sgerendask.com/son-realistas-los-objetivos-del-acuerdo-de-paris/>.
- . 2018. “Breve Historia de las COPs”. *Rasgos de las COPs*. 27 de febrero de 2018. <https://sgerendask.com/breve-historia-de-las-cop-conferencias-sobre-el-cambio-climatico/>.
- Global Water Partnership. 2011. “¿Qué es la GIRH?”. 14 de marzo de 2018. <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/porque/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-GIRH/>.
- . (2000), Manejo integrado de recursos hídricos, septiembre de 2000, Estocolmo, Suecia. <http://www.gwpforum.org/gwp/library/TAC4sp.pdf>
- . 2013. “Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) a nivel municipal”. *La GIRH en Centroamerica..* https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/guia-girh-a-escala-municipal.pdf.
- . 2014. “Las cuencas compartidas y la cooperación indispensable”. *Entre-Aguas*. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/entreaguas-coop.pdf
- GREENPEACE. 2014. “Quinto informe sobre cambio climático, impactos, adaptación y vulnerabilidad del Grupo de Trabajo II del IPCC”. GREENPEACE. <http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/cd2/index/assoc/gp0190.dir/gp0190.pdf>
- Grupo Chorlavi. 2012. “Impactos del Cambio Climático en el uso y gestión del agua: respuestas de las poblaciones rurales de America Latina”. [file:///C:/Users/Belen/Downloads/Impactos%20del%20CC%20en%20el%20agua_documento_chorlavi%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Belen/Downloads/Impactos%20del%20CC%20en%20el%20agua_documento_chorlavi%20(3).pdf).
- Guevara, Edilberto. 2015. “Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú”. Evolución del Perú..

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/viewFile/15184/15674.pdf>

Holling, Crawford. 1973. *Resilencia and Stability of Ecological Systems*.

Ibarra, Julia. 2006. “Las ideas sobre el equilibrio ecológico en los libros de texto de la ESO. Relación entre ciencia y lenguaje”. *Equilibrio Ecologico*. http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9310/HSJ_Filolog%C3%ADa_08_2006_Ideas.pdf?sequence=1.pdf

INDECI. 2017. “Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva”. Boletín Estadístico. <https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/MTc=/MjI0/lista/OTk0/201708091706381.pdf>.

———. 2018. *Información de emergencias y daños producidos por el Niño Costero*. <https://www.indeci.gob.pe/objetos/noticias/NTY=/NTE1Mw==/fil20170912123201.pdf>.

Indij, Damian, Giorgia Donin, y Leone, Andrea. 2011. “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en América Latina: Análisis de los actores y sus necesidades de desarrollo de capacidades”. *La GIRH*. 24 de marzo de 2018. https://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/INDIJ%20et%20al%202011%20Gestion%20de%20los%20Recursos%20Hidricos-SPANISH.pdf.

Indij, Damián, y Schreider Mario. 2011. “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y su Aprovechamiento para la Agricultura frente al Cambio Climático en la Región Andina”. *La Gestión Integral del Recurso Hídrico en America Latina*. <http://www.gwp.org/Global/ToolBox/References/Critical%20Challenges%20Spanish/GIRH%20y%20su%20aprovechamiento%20para%20la%20agricultura%20frente%20al%20cambio%20climatico.pdf>

IPCC. 2014. “Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo”. *Reportes del IPCC*. https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

———. 2014- “Reporte del IPCC”. IPCC. accedido 05 de marzo de 2018. https://www.ipcc.ch/report/ar5/index_es.shtml.pdf

- .2013. Resumen para responsables de políticas. En: Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático”.*IPCC*.http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_brochure_es.pdf
- .2008. “El cambio climático y el agua”.<https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>.
- .2007. “Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC”.*Reportes del IPCC*. https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- .2004. “El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)”. IPCC. accedido 27 de febrero de 2018. <https://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-introduction-sp.pdf>.
- Johnson, Nathaniel C. 2014. “Atmospheric Science: A boost in Big El Niño”. *ENOS*. <https://www.nature.com/articles/nclimate2108#auth-1>
- Jun, Wang, y otros. 2018. “Contrasting interannual atmospheric CO2 variabilities and their terrestrial mechanisms for two types of El Niños”. <https://www.atmos-chem-phys.net/18/10333/2018/pdf>.
- Laigneau, Patrick, Formiga Johnsson Rosa Maria y Barraqué, Bernard. 2018. «Les agences de l’eau au Brésil et en France : les défis d’une gestion de l’eau en tant que bien commun à l’échelle des bassins versants », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 92, no. 4, pp. 50-54.
- López, Milton. 2017. “El Niño Costero no se detiene: lluvias intensas e inundaciones siguen golpeando la costa norte del Perú”. *Mongabay Latam Periodismo Ambiental Independiente*. 15 de marzo 2017.
- Lovelock, James. 2007. *La Venganza de la Tierra*. Chile. Planeta Editorial,.
- Luque, Griselda, Vichez Manuel, y Rosado Malena. 2009. “Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Region Chira-Piura”.Región de Piura. http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/12R_ZONAS_CRITICAS_PIURA.pdf/8de09de2-ef9e-458a-ba18-1f4017c6acad.pdf
- Marshall, Michael. 2006. “A Timeline of Climate Change Science”.*Climate Change*. <https://www.newscientist.com/article/dn9912-timeline-climate-change/>

- Martín, Lucía. 2016. “¡Es Niño! Impacto económico en la Región Andina”. *El fenómeno del Niño*. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7451/Es-Nino-Impacto-economico-en-la-Region-Andina.pdf?sequence=1>).
- Martínez, Andrés. 2014. “El Ecuador y la necesaria legislación en materia de recursos hídricos”. *Recursos Hídricos en Ecuador*. <https://www.iagua.es/blogs/andres-martinez/el-ecuador-y-la-necesaria-legislacion-en-materia-de-recursos-hidricos>
- Martínez, Yaset, y Víctor Villalejo. 2018. *La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos*.
- Maspla, Josep. 2014. “Agua y Cambio Climático”. *Cambio Climático*. https://acaweb.gencat.cat/aca/documents/es/publicacions/impactes_hidrologics_lowress.pdf.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Fundación Biodiversidad,. 2016. “Guía Resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC”. *Informes de Evaluación*. http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/guia-sintesis-resumida_tcm7-446304.pdf
- Net, Cap, Global Water Partnership, y UNDP. 2005. “Planes de Gestión Recurso Hídrico- Manual de Capacitación y Guía Operacional”. La GIRH. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/manual-planes-girh.pdf.
- Oñate, Fernando, Duque Edwin, León Patricio, Duque Felipe, Rojas Walter, y Tenesaca Fernando. 2017. “Caracterización Climática, Meteorológica e Hidrológica de la Cuenca Binacional Catamayo-Chira previo a la implementación de los Modelos SWAT y WATEM/SEDEM con fines de su Planificación Territorial”. Catamayo Chira. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10785e/A10785e.pdf>
- ONU Climate Change. 2018. “La ONU lanza un portal para el Diálogo de Talanoa con el objetivo de aumentar la ambición climática”. *Diálogo de Talanoa*. <https://cop23.unfccc.int/es/news/la-onu-lanza-un-portal-para-el-dialogo-de-talanoa-con-el-objetivo-de-aumentar-la-ambicion-climatica>.
- Organización de las Naciones Unidas. 2018. “Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018”. <http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261579s.pdf>.

- Organización Meteorológica Mundial (OMM). 2017. “Declaración sobre el estado del clima mundial en 2016”. OMM. https://library.wmo.int/opac/doc_num.php?explnum_id=3516
- . 2018. “La Organización Meteorológica Mundial confirma 2017 como uno de los tres años más cálidos de los que se tienen datos”. OMM. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-organizaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica-mundial-confirma-2017-como-uno-de-los-tres.pdf>.
- PE, Ministerio del Ambiente. 2015. *Estrategia Nacional Ante el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>
- PE Autoridad Nacional del Agua. 2015. *Sistema Nacional de Recursos Hídricos, Historia*. Autoridad Nacional del Agua. <http://www.ana.gob.pe/sistema-nacional-gestion-recursos-hidricos/historia>
- PE Autoridad Nacional del Agua. 2016. *Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad del Agua de los Recursos Hídricos. Instrumento de Planificación de Recursos Hídricos*, Lima
- . 2009. “Ley de Recursos Hídricos LEY N° 29338”. 25 de marzo de 2018. Lima.
- PE Congreso de la República. 2014. “Compendio Legislativo Sobre Cambio Climático en El Perú Tomo I”. 13 de marzo de 2018. Lima
- . 2014. “Compendio Legislativo Sobre Cambio Climático en El Perú Tomo II”. 13 de marzo de 2018. Lima.
- . 2015. “Compendio Normativo, Constitución Política del Perú, Ley Orgánica del Tribunal Constitucional, Reglamento Normativo del Tribunal Constitucional”. 08 de marzo de 2018. Lima.
- PE Consejo de Recursos Hídricos Chira-Piura. 2014. “Plan de Aprovechamiento de la Disponibilidad Hídrica-PADH Periodo 2014 – 2015”. 27 de marzo de 2018. Piura.
- . 2016. “Memoria Anual de Gestión años 2014, 2015, 2016”. Memoria Anual. 27 de marzo de 2018. Piura.
- PE Ministerio del Ambiente. 2004. “Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental”. 09 de marzo de 2018. Lima.
- . 2016. “Programa de Adaptación al Cambio Climático- PACC Perú” Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/PARA-ADAPTARNOS-MEJOR-AL-CC.pdf>

- .2015.”Proyectos e Iniciativas”.Minsiterio del Ambiente.
<http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/proyectos-e-iniciativas/pdf>.
- .2016.”Tercera Comunicación Nacional de Perú”.Minsiterio del Ambiente.
 accedido 13 de marzo de 2018. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>.
- .2014.”COP20 Lima, conclusiones”.Ministerio de Ambiente Perú.
<http://www.empresaclima.org/articulo-de-prensa/cop20-lima-conclusiones-fundacion-empresa-y-clima-diciembre-2014/>
- .2014.”Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistemico”.Ministerio del Ambiente del Perú- <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-30215.pdf>
- PE Ministerio del Ambiente, Gobierno Regional de Piura, Gobierno Regional de Tumbes.
 2016. “Hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al cambio climático en las Regiones de Piura y Tumbes” (TACC)”.Gobierno Regional de Piura.
<http://siar.regionpiura.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=675&verPor=&idTipoElemento=35&idTipoFuente=.pdf>
- PE Gobierno Regional de Piura,ANA ,GTZ,PDRS. 2009. “Conceptos e instrumentos para la gestión integrada de cuencas hidrográficas – La experiencia de la Autoridad Autónoma de Cuenca Hidrográfica Chira-Piura Sistematización”.Gobierno Regional de Piura.
<http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/ANA/1885/ANA0000782.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PE MIMP.2002. “Ley N° 27867, Ley Orgánica De Gobiernos Regionales”. Gobierno Regional de Piura. 10 de marzo de 2018. Lima.
- PEMINCETUR.2011.”Plan Bicentenario”.Ministerio de Coordinación.
https://www.mincetur.gob.pe/wpcontent/uploads/documentos/institucional/acerc_a_del_ministerio/plan%20bicentenario/DS-054-2011-PCM.pdf
- Pérez,Edilberto.2015.”Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú. Evolución histórica de la Legislación Hídrica en el Perú”.
<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/viewFile/15184/15674>
- Pérez, Edna, Ramírez Víctor, y Peña Andrés. 2016. “Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire en la zona cafetera

- colombiana".<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461116300206>
- PNUD. 2014. "Gestión Integrada del Recurso Hídrico en las Cuencas Transfronterizas y Acuíferos en Puyango-Tumbes, Catamayo-Chira y Zarulimilla". PRODOC, Quito
- PNUMA. 2016. "Snapshot of the World's Water Quality".http://www.wwqa-documentation.info/assets/sum_spanish_unep_wwqa_report_web2.pdf.
- Pradillo, Beatriz. 2017. *Estrés del agua*. 2017. <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/estres-agua>.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2009. "Gobernanza Ambiental" Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7935/Environmental_Governance_sp.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Parlamento Latinoamericano y Caribeño. 2015. "Aportes Legislativos de América Latina y El Caribe en Materia de Cambio Climático". Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Parlamento Latinoamericano y Caribeño http://www.pnuma.org/publicaciones/Aportes_legislativos_de_ALC_final.pdf
- Quishpe, Hanny. 2017. Entrevistado por Belén Benítez. Encuestas GIRH como herramienta de adaptación en la cuenca Transfronteriza cuenca Catamayo Chira.
- Renedo, Carlos. 2014. "Psicometría". Diagramas Psicometricos. accedido 20 de junio de 2018) <http://personales.unican.es/renedoc/Trasperecias%20WEB/Trasp%20Termino%20y%20MF/00%20GRADOS/TD%2007.pdf>.
- RIOC. 2012. "Manual para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de las Cuencas Transfronterizas de Ríos, Lagos y Acuíferos". RIOCI. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/the-handbook-for-integrated-water-resources-management-in-transboundary-basins-of-rivers-lakes-and-aquifers-inbo-gwp-2012-spanish.pdf>
- . 2009. "Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas". RIOCI. https://www.rioc.org/IMG/pdf/RIOC_GWP_Manual_para_la_gestion_integrada.pdf
- . 2018. "The Handbook for the Participation of Stakeholders and the Civil Society in the Basins of Rivers, Lakes and Aquifers". RIOCI. accedido: 02 de mayo de 2018). <https://www.riob.org/pub/HandBook-participation-en/pdf>.

- . 2018. “The Handbook on Water Information Systems Administration, Processing and Exploitation of Water-Related Data”. RIOOC. https://www.pseau.org/outils/ouvrages/riob_the_handbook_on_water_information_systems_administration_processing_and_exploitation_of_water_related_data_2018.pdf
- Romero, Paola. 2014. “Informe Final de Análisis Transfronterizo y Definición de Sitios Piloto”. Cuenca Chira –Piura Proyecto Piloto. http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=113202.pdf.
- Roqueñí, Nieves, y Orviz Paz. 2010. “información Ambiental y Participación Pública Guía para la aplicación del Principado de Asturias”. ARTHUS. 01 de mayo de 2018. https://www.asturias.es/medioambiente/Participacion/guia_AARTHUS_asturias.pdf
- Ruíz, Sergio Antonio y Gentes, Ingo Georg, Retos. 2008. perspectivas de la gobernanza del agua y gestión integral de recursos hídricos en Bolivia, European Review of Latin American and Caribbean Studies, Published by CEDLA – Centre for Latin American Research and Documentation | Centro de Estudios y Documentación Latinoamericanos. www.cedla.uva.nl
- Ryan, Daniel, y Gorfinkiel, Denise. 2016. “Toma de Decisiones y Cambio Climático: Acercando la Ciencia y la Política en América Latina y el Caribe”. Cambio Climático en Americalatina. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245647S.pdf>.
- Sadoff, Claudia, y Muller Mike. 2010. “La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales”. *Gestión Hídrica*. <http://www.mirocan.org/public/documents/outils/uploaded/B3eojyno.pdf>
- Senciales, Jose María. 1998. “El Análisis Morfológico De Las Cuencas Fluviales Aplicado Al Estudio Hidrográfico”. *Cuencas Hidrográficas*. http://www.nurr.ula.ve/saladegeografia/DOCUMENTOS/HIDROGRAFIA/PRESENTACIONES/Presentacion_3_CUENCA_HIDROGRAFICA.pdf
- Solanes, Miguel. 2001, Entre la ética y la participación: desafíos del moderno derecho de aguas, IV Diálogo Interamericano sobre Administración de Aguas (Foz de Iguaçu, Brasil, 2 al 6 de septiembre de 2001).

- Toledo, Adolfo. 2018. "Gestión Integrada de Recursos Hídricos Un Reto para El Perú". Manual Cultura del Agua, Lima.
- Tortojada, Cecilia. 2018. "El Agua y el Medio Ambiente en las Conferencias Mundiales de las Naciones Unidas; Resultados a Largo Plazo". Medioambiente y Agua. <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cda/Publicacion03.pdf>
- UNECE. 2009. "Guía Sobre Adaptación al Cambio Climático". *Adaptación al Cambio Climático*. http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/publications/WAT_climate_change/ECE_MP.WAT_30_ESP_final_for_web.pdf
- Universidad de Notre Dame. 2018. "El proyecto ND-GAIN Country Index, Iniciativa de Adaptación Global". *Universidad de Notredam*. <http://gain.nd.edu/our-work/adaptation-action/pdf>.
- Vargas Llosa, Mario. 2017. Vargas Llosa: "Me apena muchísimo ver que Piura está invadida por las aguas". El Comercio, 28 de marzo.
- Valencia Vargas, Juan C, Díaz Nigenda, Juan J. y Ibarrola Reyes, Héctor J. 2007. La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en México: Nuevo Paradigma en el Manejo Del Agua.
- Van Hofwegen, Paul y Frank Jaspers. 2000, Marco analítico para el manejo integrado de recursos hídricos: lineamientos para la evaluación de marcos institucionales, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), febrero de 2000, Washington, D.C. <http://www.iadb.org/sds/doc/ENV%2DPVanHofwegenS.pdf>
- Vásquez, Víctor. 2017. "Externalidades y Medio Ambiente". *Externalidades*. <http://www.eumed.net/rev/ibemark/02/medioambiente.pdf>
- Venot, Jean-Philippe, Bio Mohamadou Torou, y Daré Williams. 2014 « Territorialisation ou spatialisation : les agences et comités locaux de l'eau au Burkina Faso », L'Espace géographique, vol. Tomo 43, no. 2, pp. 148-163.
- Vidaurre, Rodrigo, Rouillard Josselin, y kruger Ina. 2017. "Implementación de Mecanismo Financieros en la Gestión de Cuencas: Guía para America Latina". ECOLOGIC. www.ecologic.eu/155256.pdf.
- Vilchez, Manuel, Núñez Segundo, y Valenzuela Germán. 2006. "Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chira Catamayo". *Gobierno Regional de Piura*. <https://es.calameo.com/read/000820129fb7d1737951d.pdf>
- Volunteer World. 2014. "El IPCC llama a la acción contra el cambio climático en su nuevo informe". *Volunteer World*.

<https://www.concienciaeco.com/2014/10/28/el-ipcc-llama-a-la-accion-contr-el-cambio-climatico-en-su-nuevo-informe/pdf>.

Warner, Jeroen; Wester, Philippus y Bolding, Alex. 2008. "Going with the flow: river basins as the natural units for water management?" En: Water Policy. N° 10. Supplement 2. pp. 121-138.

Wayne, Graham.2013."The Beginner's Guide to Representative Concentration Pathways".Representative Concentration Pathways.
https://skepticalscience.com/docs/RCP_Guide.pdf

WWF.2010. "Caudal Ecológico Agua, Salud Ambiente Agua para la Gente".WWF.http://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf

Yáñez, Diana, y Rodriguez Julio. 2015."La Historial del Cambio Climático".Cambio Climatico Cambios.<https://www.concienciaeco.com/2015/08/21/la-historia-del-cambio-climatico/pdf>.

Yáñez, Nancy y Poats, Susan. 2007. "Documento introductorio".Derechos de agua y gestión ciudadana. La Paz: Agua Sustentable-IDRC. pp. 13-50.

Zillman, Jonh. 2009."A history of climate activities".Climate Change.
[http://proyectocarbono.org/files/documents/9.-OMM-\(2009\).-A-History-of-Climate-Activities.pdf](http://proyectocarbono.org/files/documents/9.-OMM-(2009).-A-History-of-Climate-Activities.pdf)

Anexos

Anexo 1

Escenarios de las trayectorias de concentración representativa (RCP)

RCP 2.6	<p>RCP2.6 fue desarrollado por el equipo de modelado de IMAGE de la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos PBL.</p> <p>Es un escenario que conducen a niveles muy bajos de concentración de gases de efecto invernadero. Es un escenario de “pico y declive.</p> <p>Para alcanzar esos niveles de forzamiento radiactivo, las emisiones de gases de efecto invernadero (e indirectamente las emisiones de contaminantes atmosféricos) deben reducirse sustancialmente, con el tiempo (Van Vuuren et al., 2007a). (Características citadas de van Vuuren et.al. 2011).</p>
RCP 4.5	<p>Fue desarrollado por el equipo de modelado de GCAM en el Instituto de Investigación de Cambio Global Conjunto (JGCRI) del Laboratorio Nacional Pacific Northwest en los Estados Unidos.</p> <p>Es un escenario de estabilización en el que el forzamiento radiactivo total se estabiliza poco después de 2100, sin sobrepasar el nivel objetivo de forzamiento radiactivo a largo plazo (Clarke y otros 2007, Smith y Wigley 2006, Wise et al., 2009).</p>
RCP 6.0	<p>Fue desarrollado por el equipo de modelado AIM en el Instituto Nacional de Estudios Ambientales (NIES) en Japón.</p> <p>Es un escenario de estabilización en el que el forzamiento radiactivo total se estabiliza poco después de 2100, sin sobrepasarse, mediante la aplicación de una gama de tecnologías y estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Fujino et al., 2006; Hijioka et al., 2008).</p>
RCP 8.5	<p>Se utilizó el modelo MESSAGE y el Marco de Evaluación Integrado del Instituto Internacional de Análisis Aplicado de Sistemas (IIASA), Austria.</p> <p>Este RCP se caracteriza por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del tiempo, representativo de los escenarios en la literatura que conducen a altos niveles de concentración de gases de efecto invernadero (Riahi et al., 2007).</p>

Fuente: (Wayne 2013)

Elaboración propia

Anexo 2

**Definición de las proyecciones de mapas climáticos de la cuenca transfronteriza
Catamayo Chira**

Para la construcción de las proyecciones de clima futuro la Tercera Comunicación Nacional de Ecuador (2017) tomó los escenarios globales de emisiones de gases de efecto invernadero establecidos por el IPCC en su Quinto Reporte de Evaluación (AR5), escenarios denominados “Trayectorias Representativas de Concentración”; en dichos escenarios los niveles de forzamiento radiactivo³⁹ están asociados a la combinación de escenarios de diferentes futuros económicos, tecnológicos, demográficos, políticos e institucionales (EC Ministerio del Ambiente 2017,384).

Para la realización de los escenarios de la TCN de Ecuador, efectuaron una revisión del comportamiento de:

La precipitación y las temperaturas media, máxima media y mínima media, proyectadas por 4 modelos globales de circulación (GCM), seleccionados de un listado de 15 que fueron evaluados y que tienen la mejor representación del clima en la zona tropical de Suramérica, de un listado de aproximadamente 42 modelos que hacen parte del proyecto de Intercomparación de Modelos CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project) (Armenta, Villa y Jácome 2016,1).

Los modelos fueron seleccionados “mediante métricas para evaluar la representación del clima presente para el periodo 1981-2005 por parte de los modelos, comparando los datos con las series mensuales de datos observados de estaciones del INAMHI” (Armenta, Villa y Jácome 2016, 2), una vez escogidos los modelos procedieron a generar proyecciones y series de datos utilizando técnicas de reducción de escala estadísticas y dinámica; una vez realizada la reducción de la escala estadística efectuaron la generación de series mensuales de las “variables mencionadas anteriormente para los periodos futuros 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, y para los cuatro escenarios RCP del Quinto Reporte de Evaluación (AR5), utilizando el método de Ensamble Confiabilidad Ponderada” (REA–*Reliability Ensemble Averaging*)⁴⁰ (Armenta, Villa y Jácome 2016, 2).

³⁹ “Cualquier cambio en la radiación (calor) entrante o saliente del sistema climático; un forzante positivo tiende a calentar el sistema (más energía recibida que emitida), mientras que uno negativo lo enfría (más energía perdida que recibida)” (Armenta, Villa y Jácome 2016, 9).

⁴⁰El REA ha sido utilizado para la generación de las proyecciones climáticas en la TCN de Cambio Climático de Colombia y la TCN de Cambio Climático de México, para más detalle de la Metodología de generación de Proyecciones Climáticas se puede observar en la TCN de Ecuador pág. 385-391 (EC Ministerio del Ambiente 2017, 385-91).

Con lo referente a la reducción de escala dinámica, generaron “series a resolución temporal diaria y resolución espacial de 10 kilómetros para los cuatro modelos seleccionados y para dos escenarios: RCP 4.5 y RCP 8.5 en el periodo 2011-2070. Este ejercicio realizaron con el fin de proveer información en alta resolución para diversos estudios específicos y regionales, los cuales requieren un alto nivel de detalle” (Armenta, Villa y Jácome 2016, 2)

Hay que tomar en cuenta que la realización de escenarios no debe asumirse como pronósticos o predicciones, los escenarios son imágenes alternativas de cómo el futuro puede mostrarse bajo determinadas condiciones en un tiempo establecido, generalmente son utilizados para demostrar de mejor manera el rango de incertidumbre en las proyecciones climáticas (cada RCP contiene una serie de suposiciones socioeconómicas, tecnológicas y biofísicas diferentes) (Armenta, Villa y Jácome 2016, 10).

Para la elaboración de los mapas de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira se utilizó el *método de interpelación determinístico* es decir “crean superficies de los puntos medidos, basados en el grado de similitud”, específicamente se seleccionó el método local ya que “operan dentro de una pequeña zona alrededor de la ubicación donde se desea obtener un valor interpolado” (Armenta, Villa y Jácome 2016, 23).

Para la cuenca se aplicó el *método Inverso de la Distancia (IDW)*, interpolador local, como la técnica de interpolación para los datos climáticos en estudio, debido a que dicho método “considera a la distancia entre los puntos medidos y los puntos desconocidos como el factor que influencia el valor a predecir” (Armenta, Villa y Jácome 2016, 24).; una vez realizada interpolación mediante la herramienta *Spacial Analyst Tools* en Arc-GIS se elaboró tres mapas de los periodos 1981-2005 presente, 2011-2050 (RCP 4.5), 2011-2050 (RCP 8.5) con las Isoyetas para precipitación y tres mapas con los mismos periodos de estudio con las isotermas para temperatura de la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira, adicionalmente una vez elaborados los mapas se procedió a realizar una diferencia mediante la herramienta de *raster calculator* en Arc-GIS entre los mapas proyectados (RCP 4.5 y RCP 8.5) y el presente para la obtención de los mapas diferenciales de temperatura y precipitación de los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5).

Los mapas de Balance hídrico para la cuenca de estudio fueron elaborados mediante la ecuación de Penman–Monteith, del manual número 56 de la FAO. A continuación se inició a tomar la ecuación y se procedió a revisar la información de las variables para tener un conocimiento certero sobre el período de medición, obteniendo que, las variables de radiación, velocidad del viento y temperatura poseen un registro

histórico; además que dichas variables fueron generadas en la TCN de Ecuador para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 del periodo comprendido 1981-2050.

Las variables que no constan de un registro periódico se trató de obtener por tablas (*diagrama psicométricos*) o bibliografía, observando que su influencia en la ecuación al no ser datos medidos incrementaría su incertidumbre por lo que se decidió utilizar las propiedades termodinámicas del Sistema Aire-Vapor⁴¹, que se utiliza en la Psicrometría⁴².

Con estos criterios se decidió despreciar las siguientes variables (γ Constante psicométrica, Δ Pendiente de la curva de presión de vapor, e_s presión de vapor de saturación, E_a presión real de vapor y G flujo del calor de suelo).

A continuación se muestra la ecuación de Evapotranspiración de Penman–Monteith (FAO 1990, 5).

Ecuación 1

Ecuación de Penman–Monteith

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} \times u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

ET_o evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

R_n radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)

R_a radiación extraterrestre (mm día⁻¹)

G flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día⁻¹)

T temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

U₂ velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)

e_s presión de vapor de saturación (kPa)

E_a presión real de vapor (kPa)

e_s – e_a déficit de presión de vapor (kPa)

Δ Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)

γ Constante psicométrica (kPa °C⁻¹)

⁴¹ “Propiedades Termodinámicas del Sistema Aire Vapor es la presión que ejercen las moléculas de vapor de agua presente en el aire” (Renedo 2014, 1)

⁴² Se entiende a “Psicrometría como el estudio de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el efecto de la humedad atmosférica en los materiales” (Renedo 2014, 1-35). Para resolución de la ecuación se tomó la el diagrama Psicométrico.

Luego de resolver la ecuación con las variables que se priorizaron se obtiene la siguiente expresión matemática que se redujo de la ecuación de Penman–Monteith.

Expresión Matemática

Ecuación Reducida de Penman–Monteith

$$ET_o = \frac{0.408 (Rn) + \frac{900}{T + 273} \times u_2}{(1 + 0.34u_2)}$$

A continuación, con lo que respecta a la información de uso y cobertura de suelo, se realizó la homogenización⁴³ utilizando la capa de cobertura y uso del suelo del Ministerio del Ambiente (2013) para la parte de Ecuador y para la parte de Perú la capa de cobertura y uso del suelo que fue proporcionada por la DHPC de la SENAGUA que disponía de esta información, posteriormente, se procedió a homologar esta información utilizando Arc-GIS10.3 para la clasificación de vegetación de ambas capas, se escogió el Nivel 1 porque existían seis clases bosque, tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea, cuerpo de agua, zona antrópica, otras tierras. De esta forma, se procedió a realizar un corte de la capa homogenizada con el shape de la zona de estudio y como resultado se obtuvo el shape y la tabla de uso y cobertura de suelo para la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira.

Cabe indicar que la homogenización se realizó para contar con una información generalizada y escalable que no genere divergencia en el momento de realización de los mapas de Balance Hídrico; una vez homogeneizada la capa de uso y cobertura del suelo de la Cuenca y obtenida la fórmula de la evapotranspiración de Penman–Monteith con todas sus variables se procedió a realizar un álgebra de mapas con Arc-Gis 10.3 mediante la herramienta *Spacial Analyst Tools* (interpolation –IDW); con el Raster obtenido se aplicó el álgebra de mapas (Raster calculator) para cada una de los seis usos y coberturas de suelo homogenizado para la obtención de la Evapotranspiración.

Una vez obtenido el shape se realizó la fórmula de Balance Hídrico (input precipitación-output evapotranspiración⁴⁴) mediante el álgebra de mapas con Arc-Gis 10.3 con la herramienta *Spacial Analyst Tools* obteniendo como resultado tres mapas de

⁴³ El término de homogenización para esta tesis se refiere al proceso de intercambio escalar entre la cartografía Ecuatoriana y Peruana para la obtención de seis categorías generales de uso y cobertura de suelo entre las dos capas utilizadas.

⁴⁴ Se toma la variable de precipitación como input por la disponibilidad de datos para la ecuación de balance.

balance hídrico para los periodos 1981-2005 presente , 2010-2050 (RCP 4.5), 2011-2050 (RCP 4.5) de la zona de estudio. Una vez elaborados los mapas se procedió a realizar una diferencia mediante la herramienta de *raster calculator* en Arc-GIS entre los mapas proyectados (RCP 4.5 y RCP 8.5) y el presente para la obtención de los mapas diferenciales de Balance Hídrico de los escenarios (RCP 4.5 y RCP 8.5).

Los valores de los mapas históricos tanto de precipitación como de temperatura pueden corroborarse con un estudio realizado en el 2017 sobre la caracterización climática, meteorológica e hidrológica de la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira previo a la implementación de los modelos SWAT y WATEM/SEDEM con fines de su planificación territorial (Oñate, y otros 2017, 1-10).

Para esta investigación las proyecciones climáticas facilitan numerosas experiencias de que los recursos hídricos son vulnerables y pueden verse profundamente afectados por el cambio climático, con vastas consecuencias para los actores de la cuenca y los ecosistemas. No obstante, hasta ahora muy pocos países han desarrollado estrategias de adaptación y más aun a nivel transfronterizo.

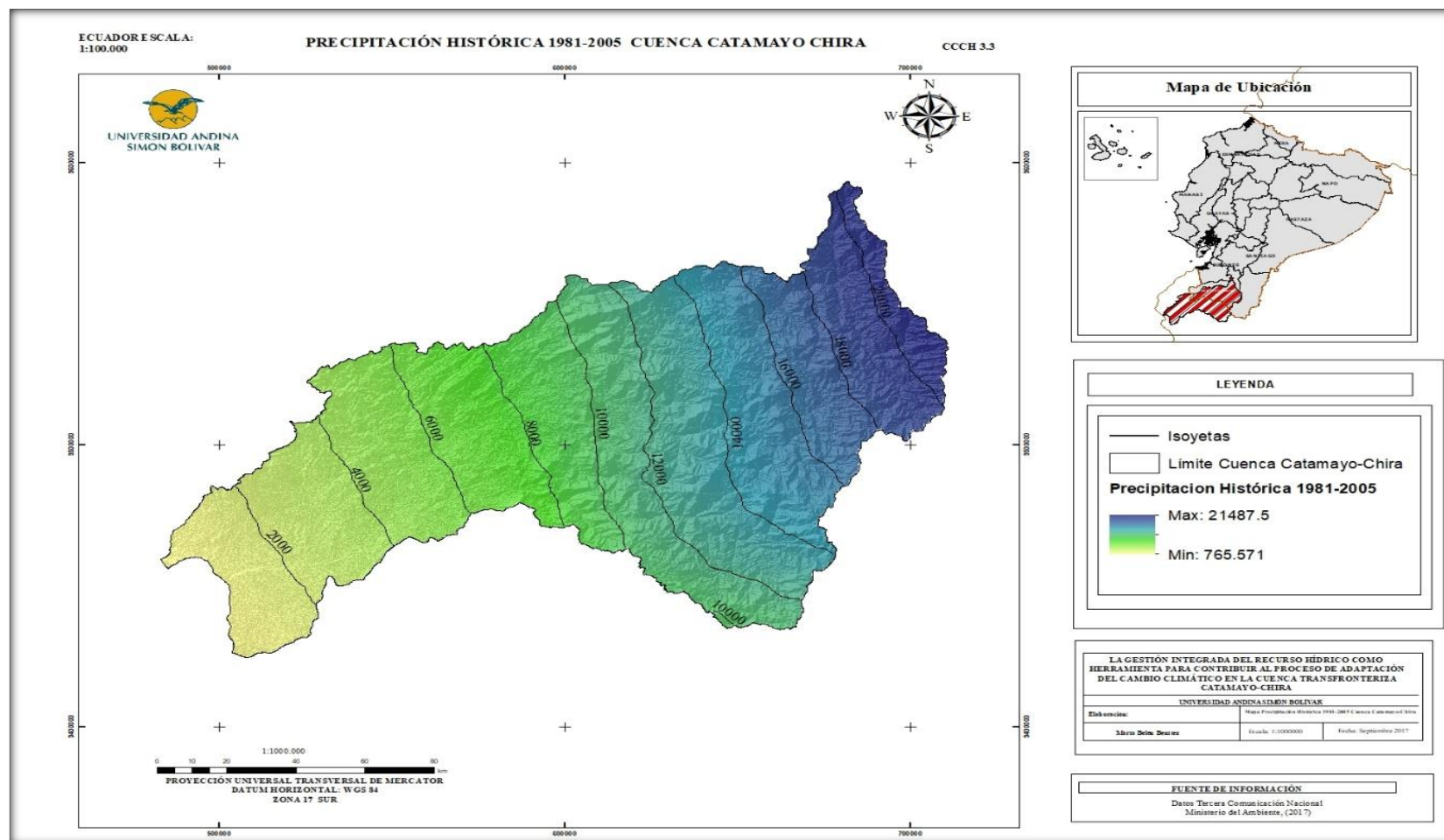
Es importante mencionar que dichos mapas fueron realizados con los datos disponibles, sin embargo pueden existir incertidumbres (por la falta de verificación y actualización de los datos donados por la institución que realizo el estudio) por lo que son proyecciones estimadas que podría presentarse en la cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira.

Anexo 3

Mapas climáticos cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Mapa 23

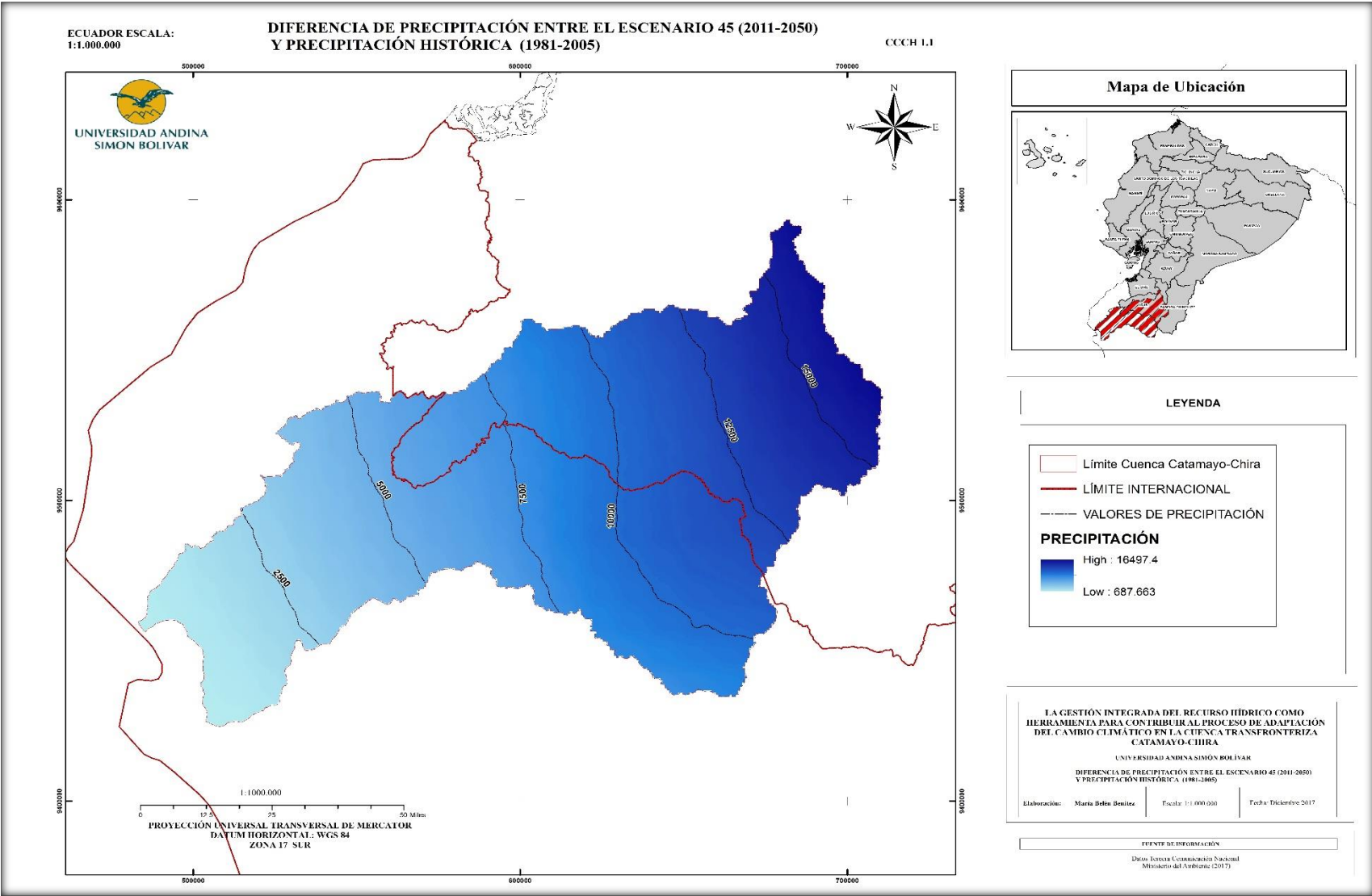
Precipitación histórica (1981-2005)



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

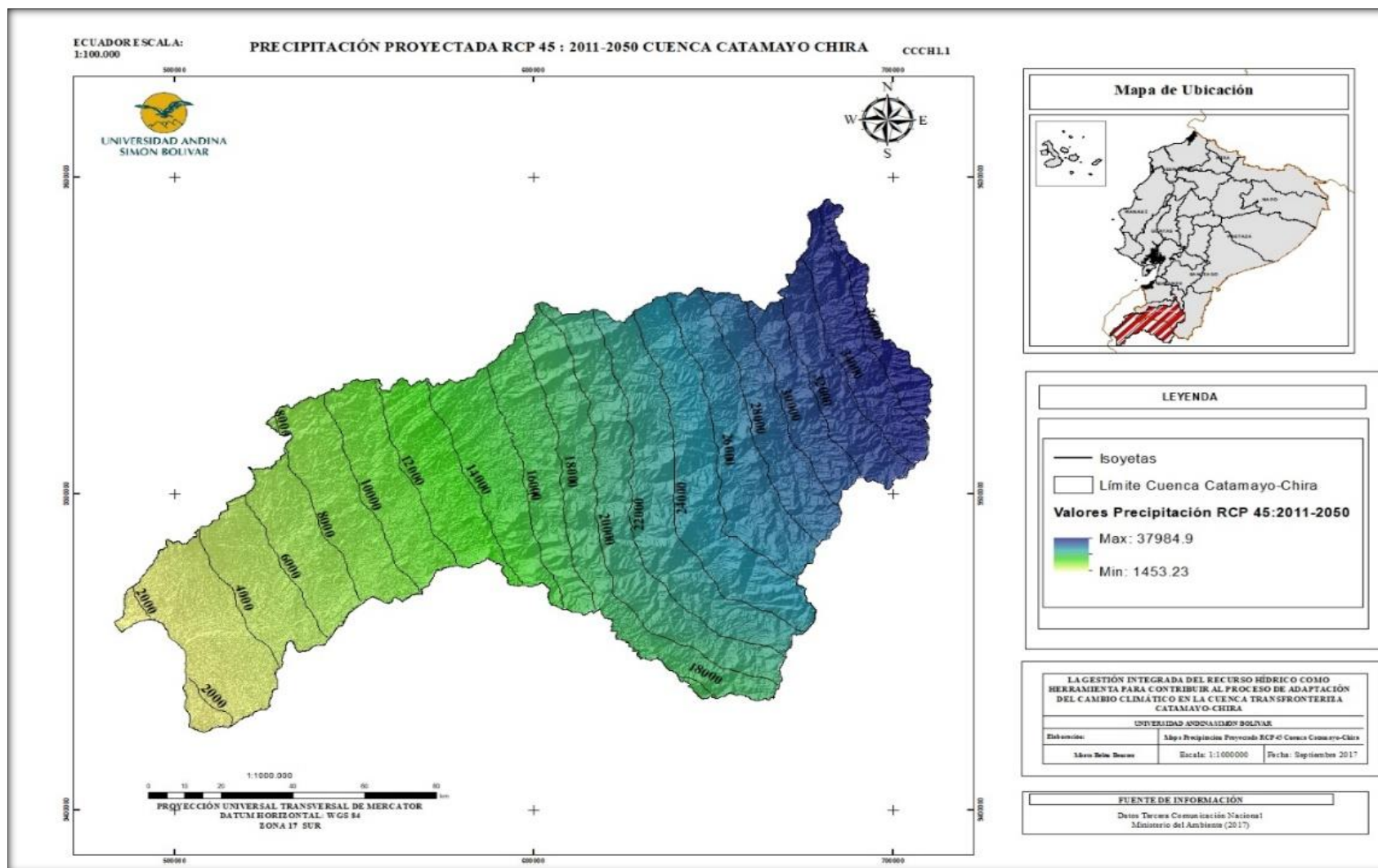
Mapa 24
Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 25
Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050

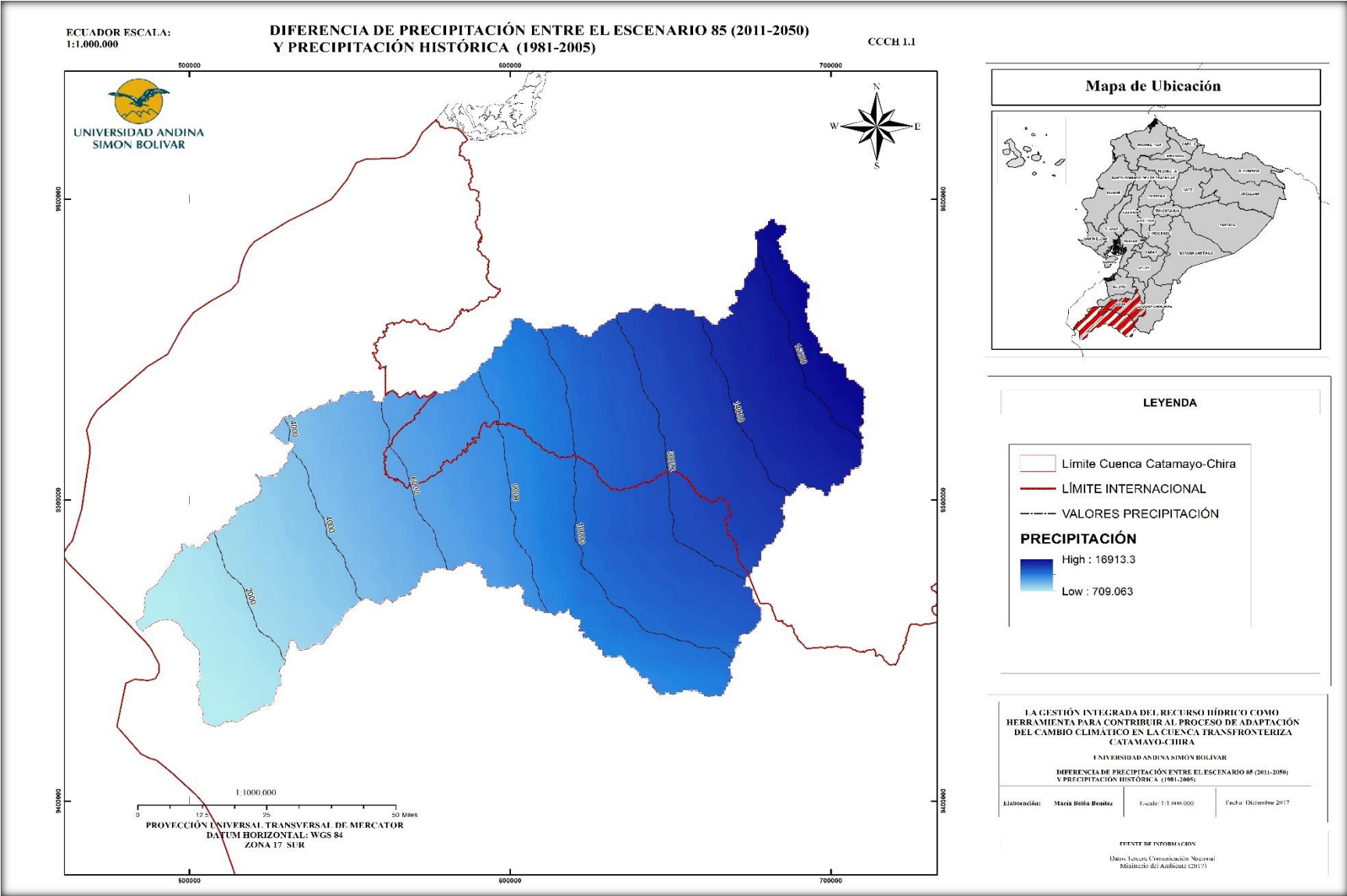


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 26

Diferencia entre la precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la precipitación histórica

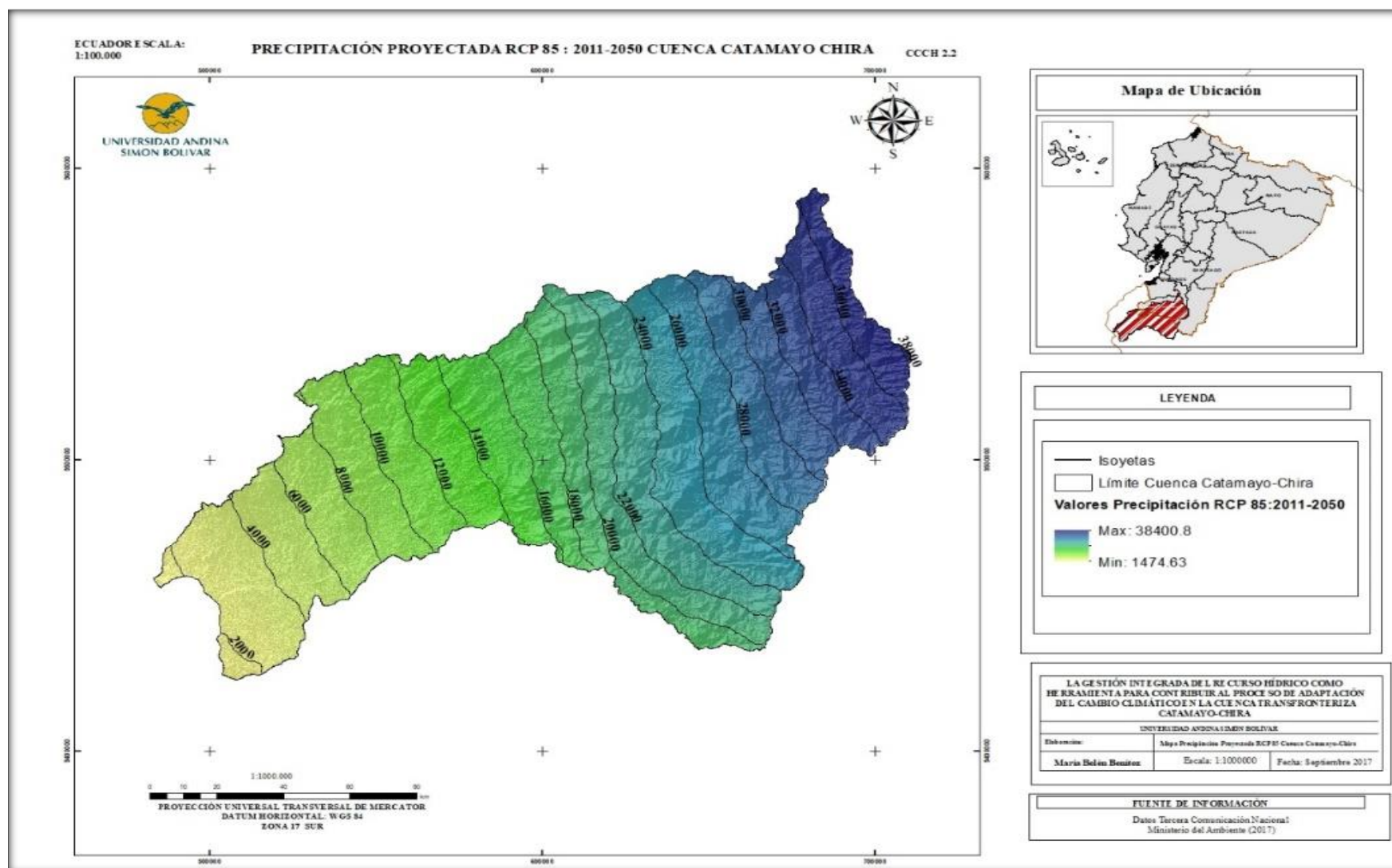


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 17

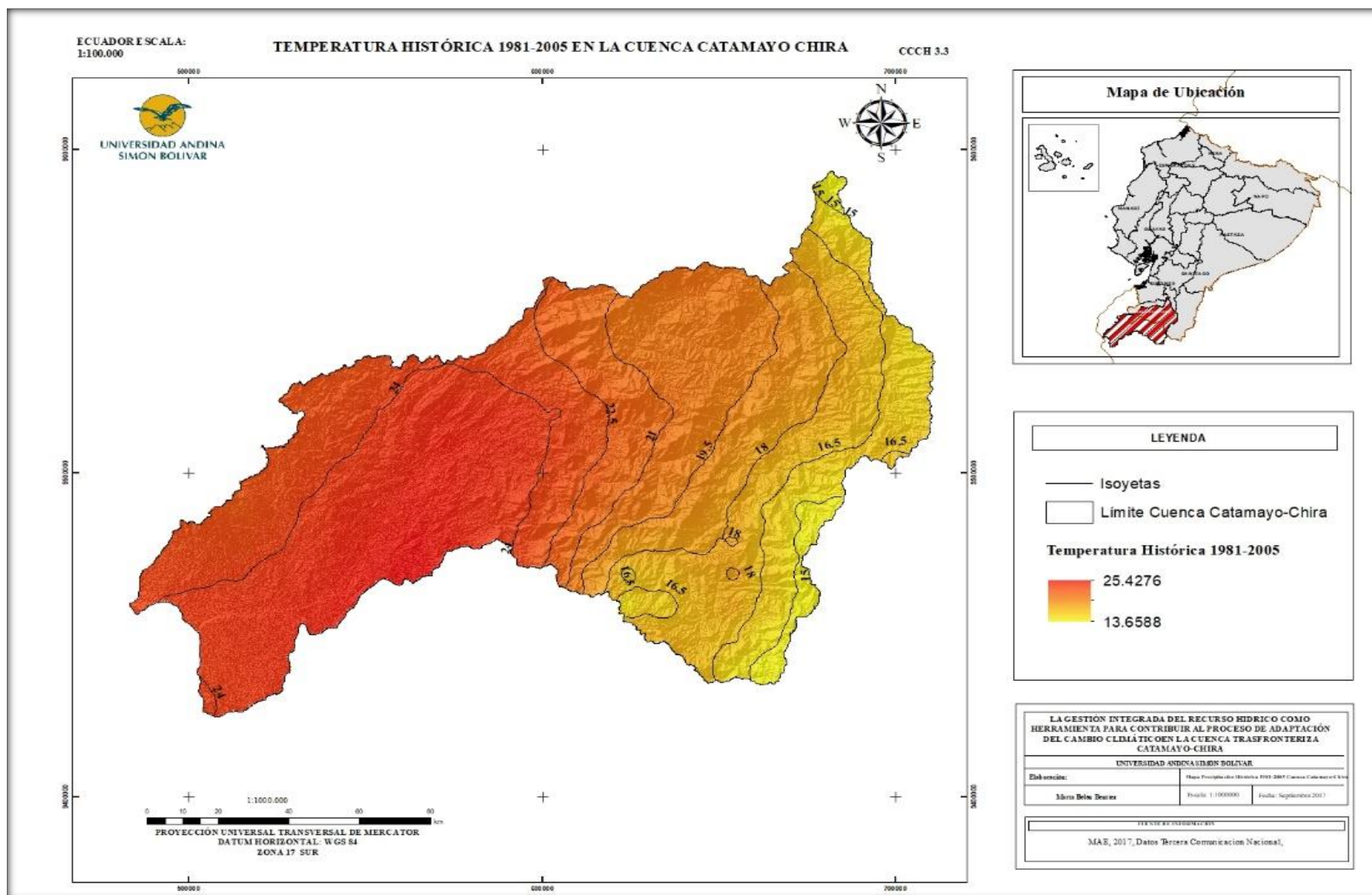
Precipitación proyectada bajo el escenario RCP 8.5, para el periodo 2011-2050



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 28
Temperatura histórica (1981-2050)

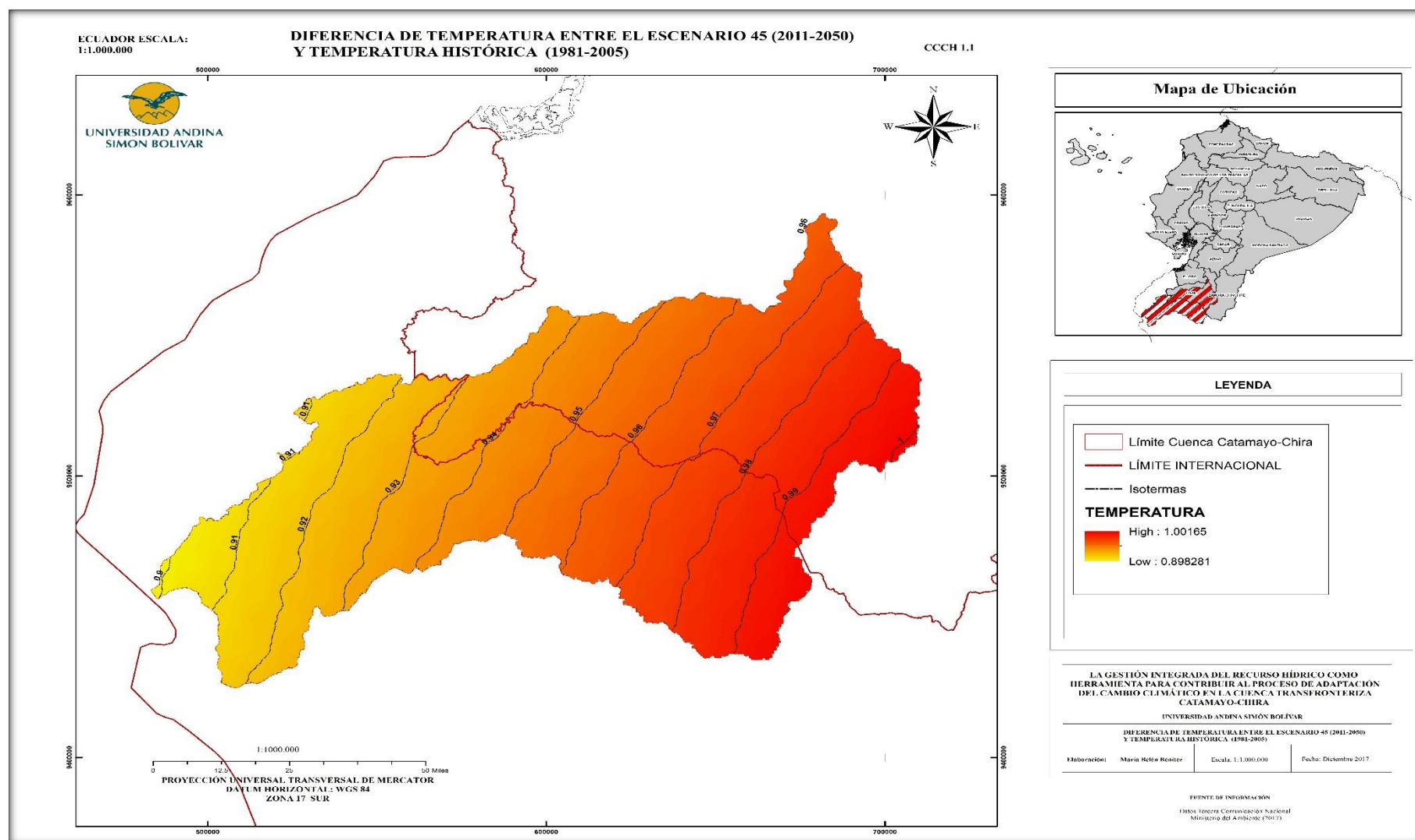


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

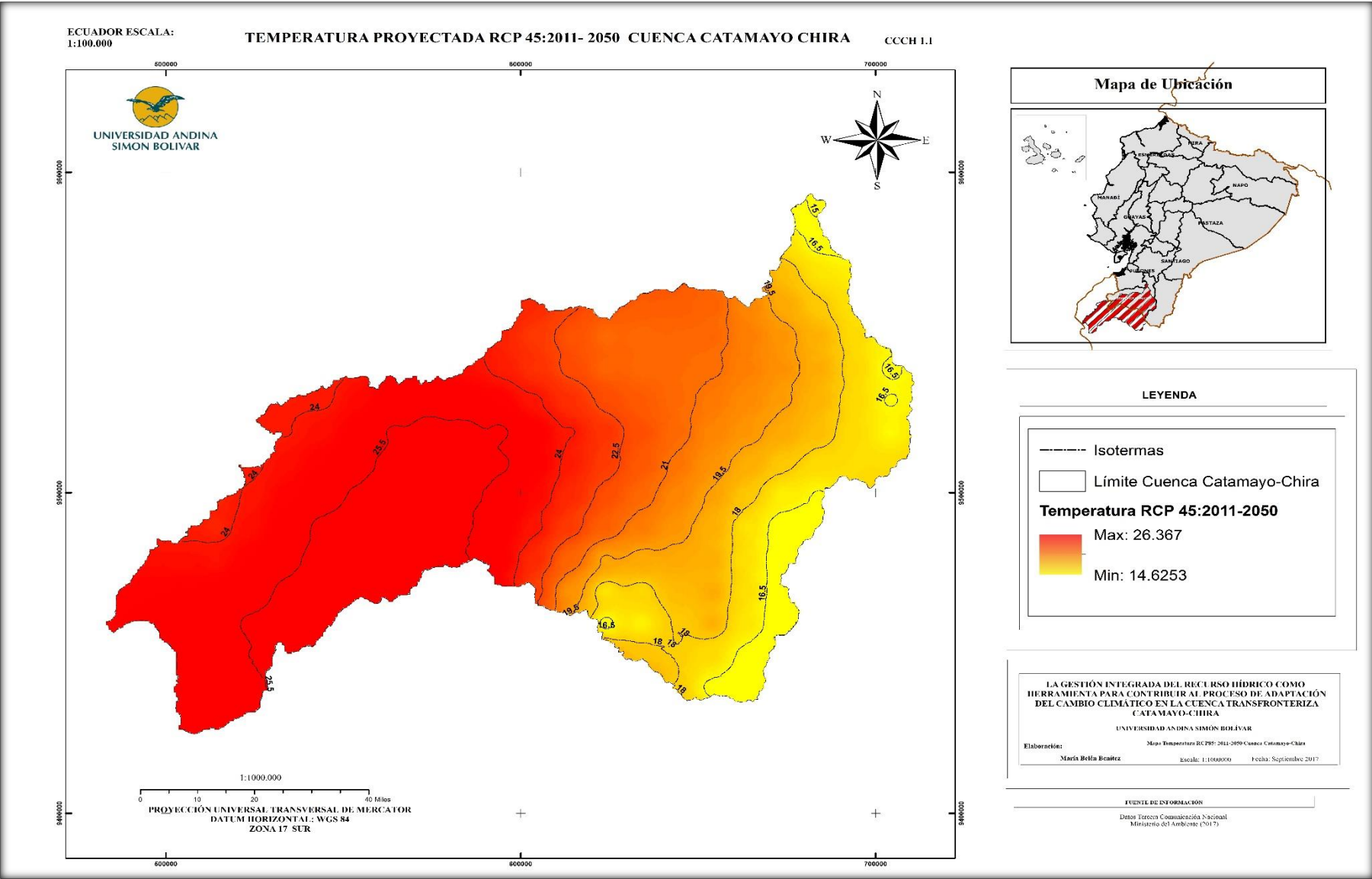
Mapa 29

Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica



Mapa 30

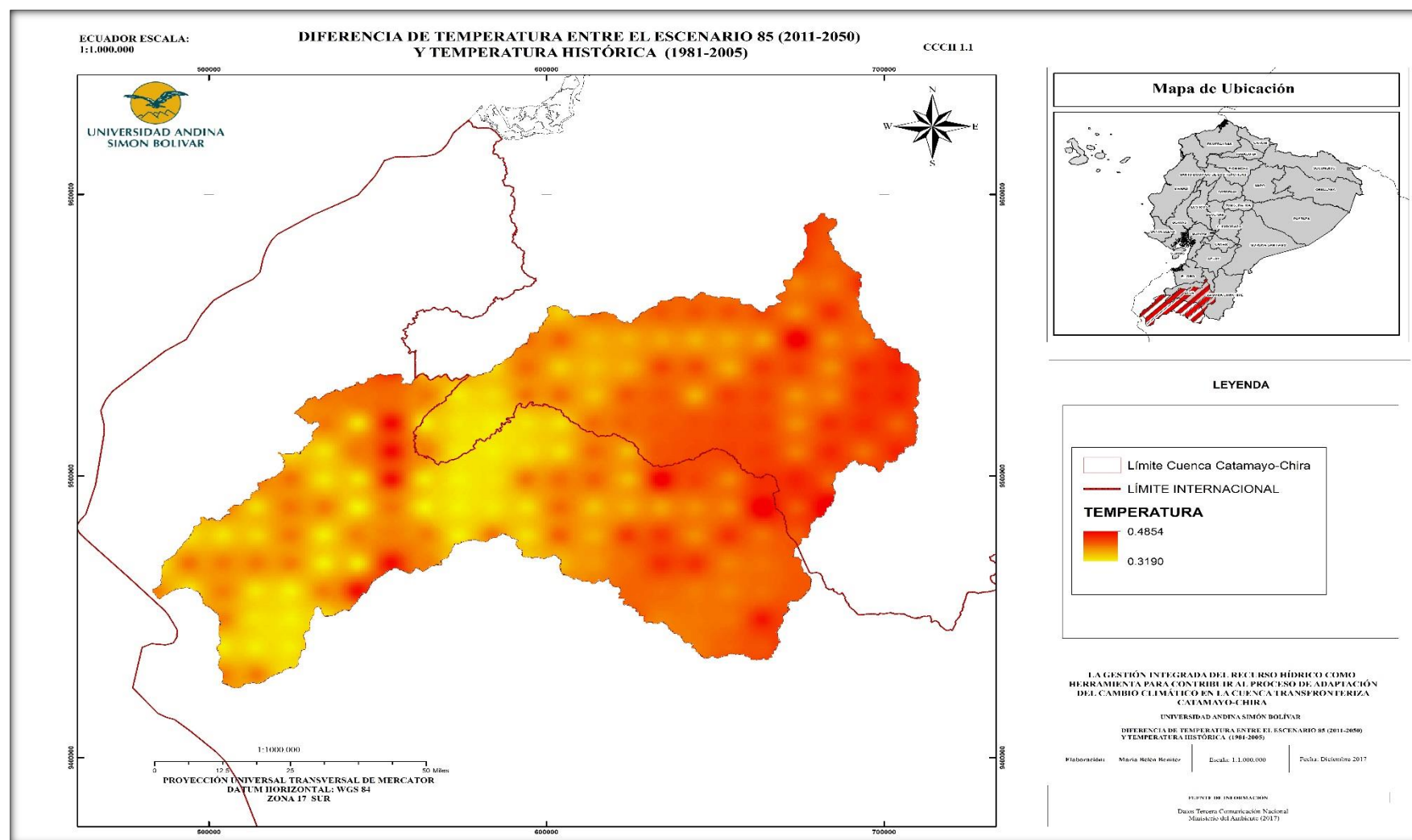
Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050



Fuente: MAE 2017
Elaboración propia

Mapa 31

Diferencia entre la temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y la temperatura histórica

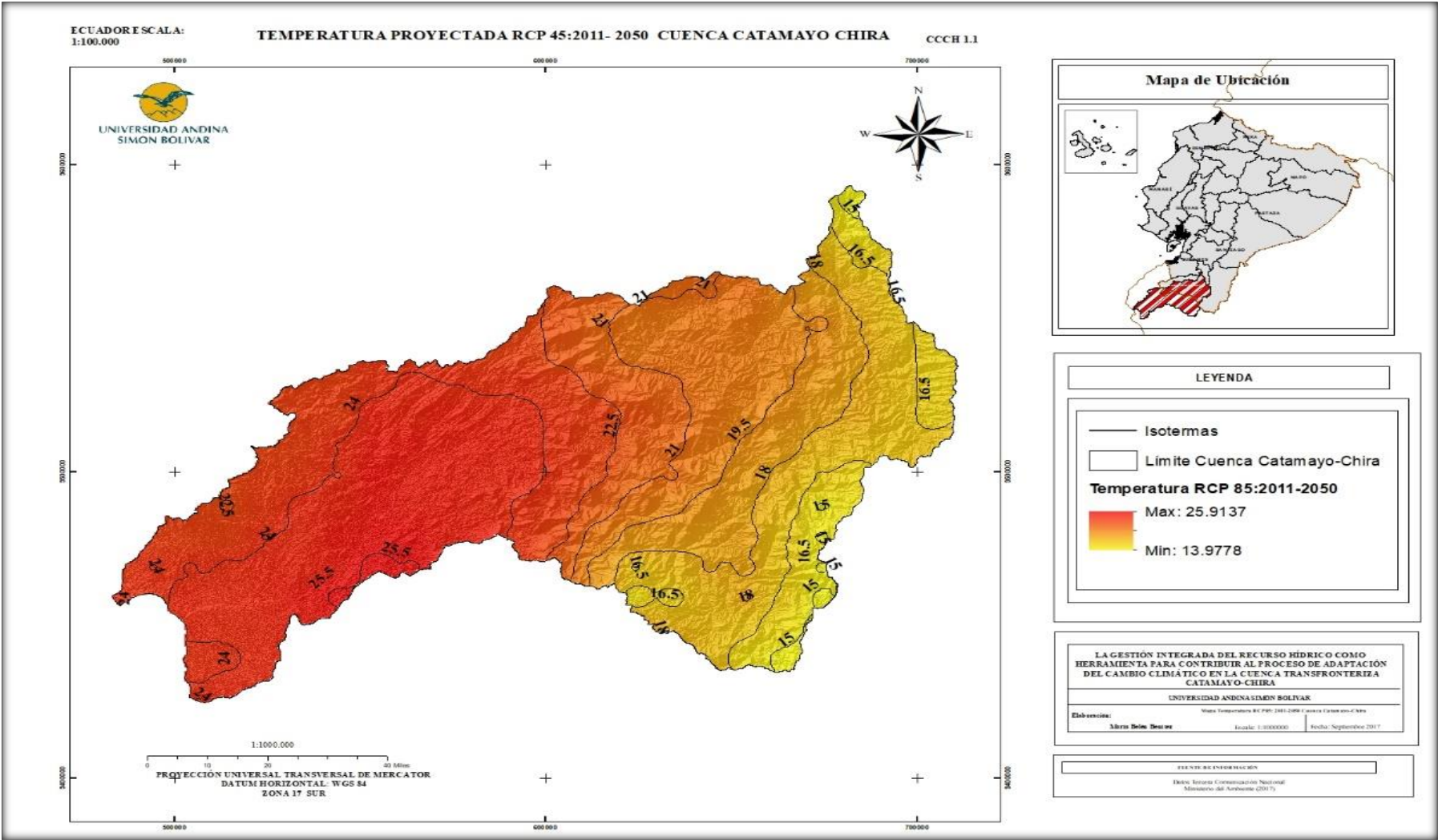


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 32

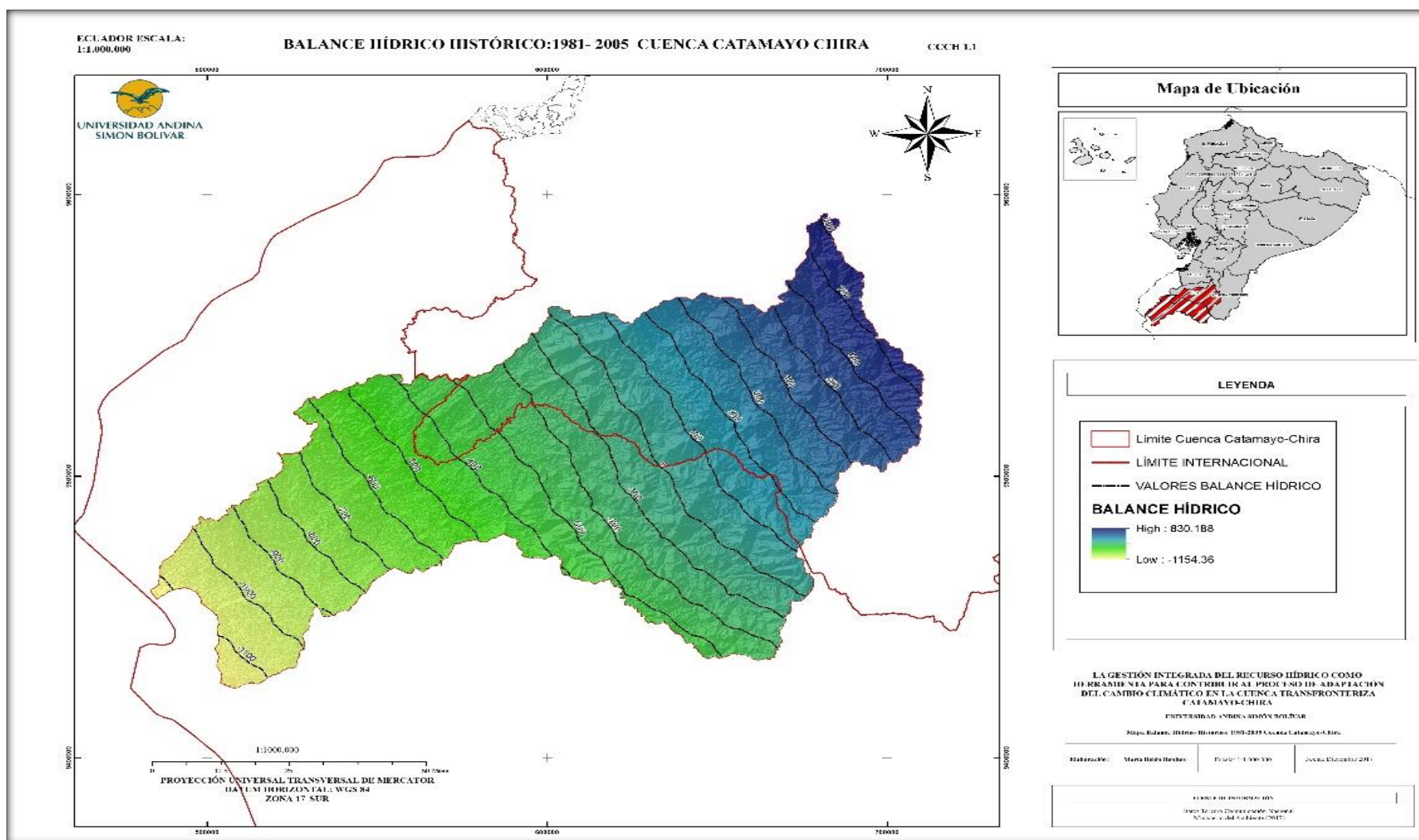
Temperatura proyectada bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 33
Balance Hídrico Histórico (1981-2005)

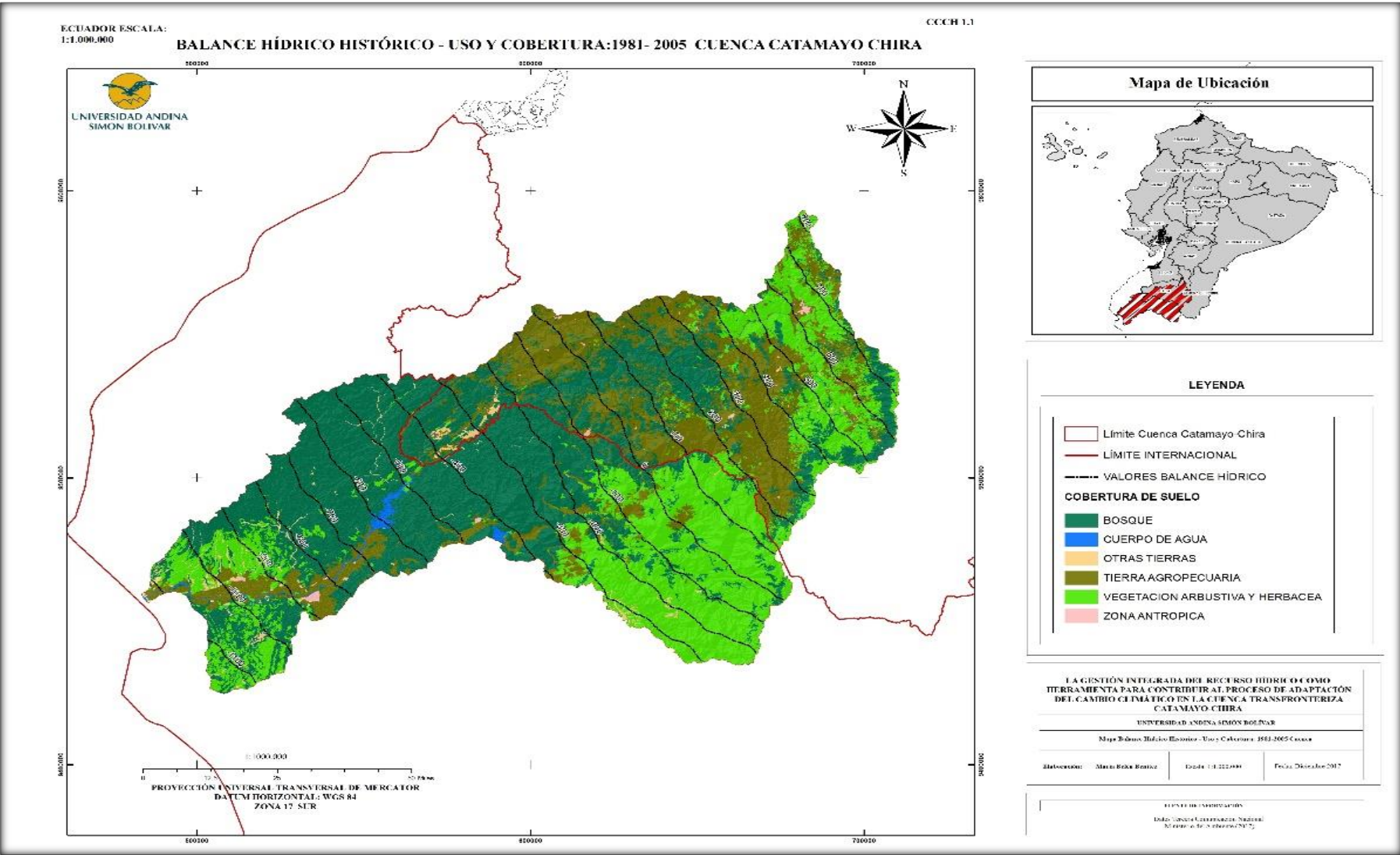


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 34

Balance Hídrico Uso y Cobertura del Suelo (1981-2005)

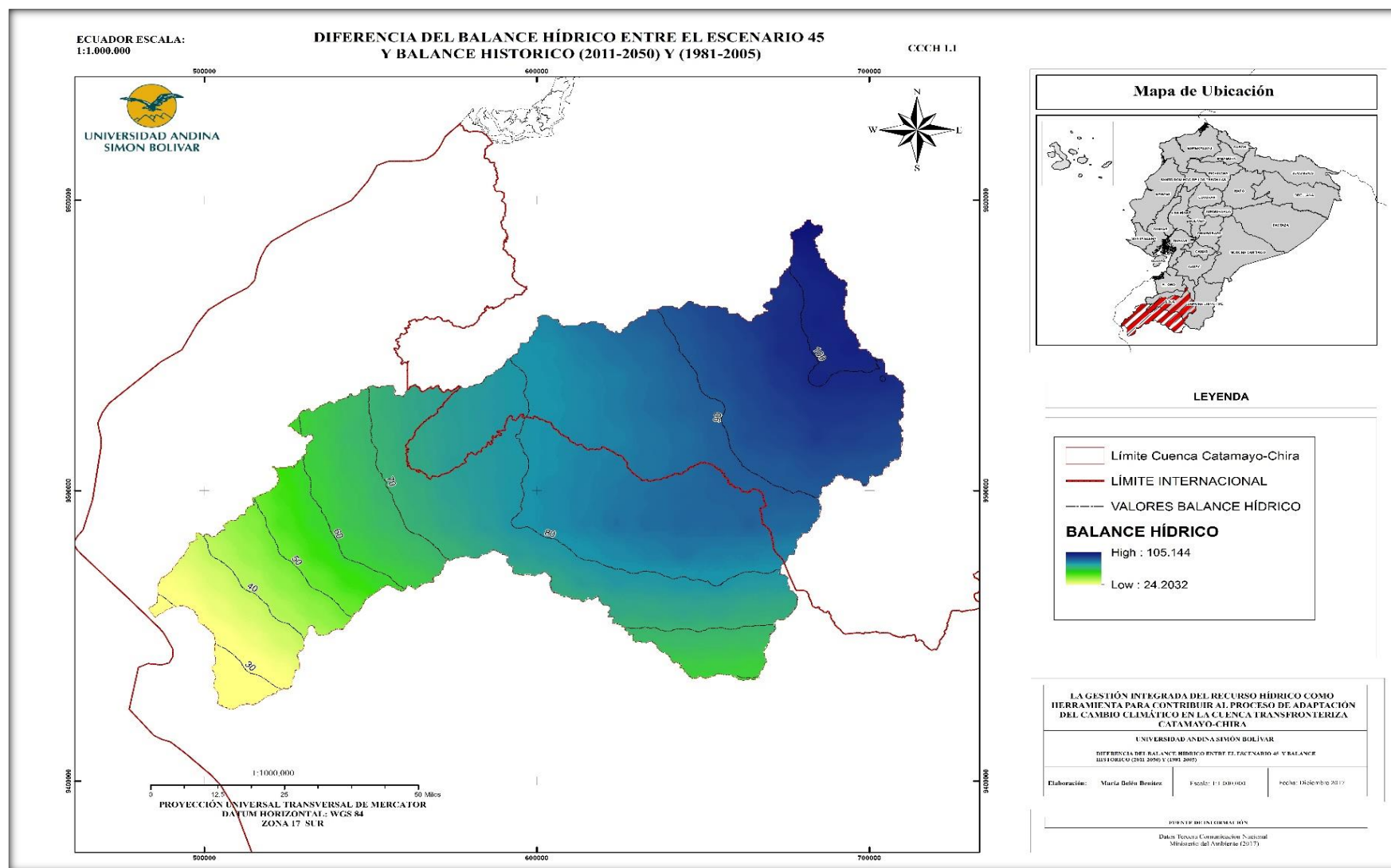


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 35

Diferencia entre el Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico histórico

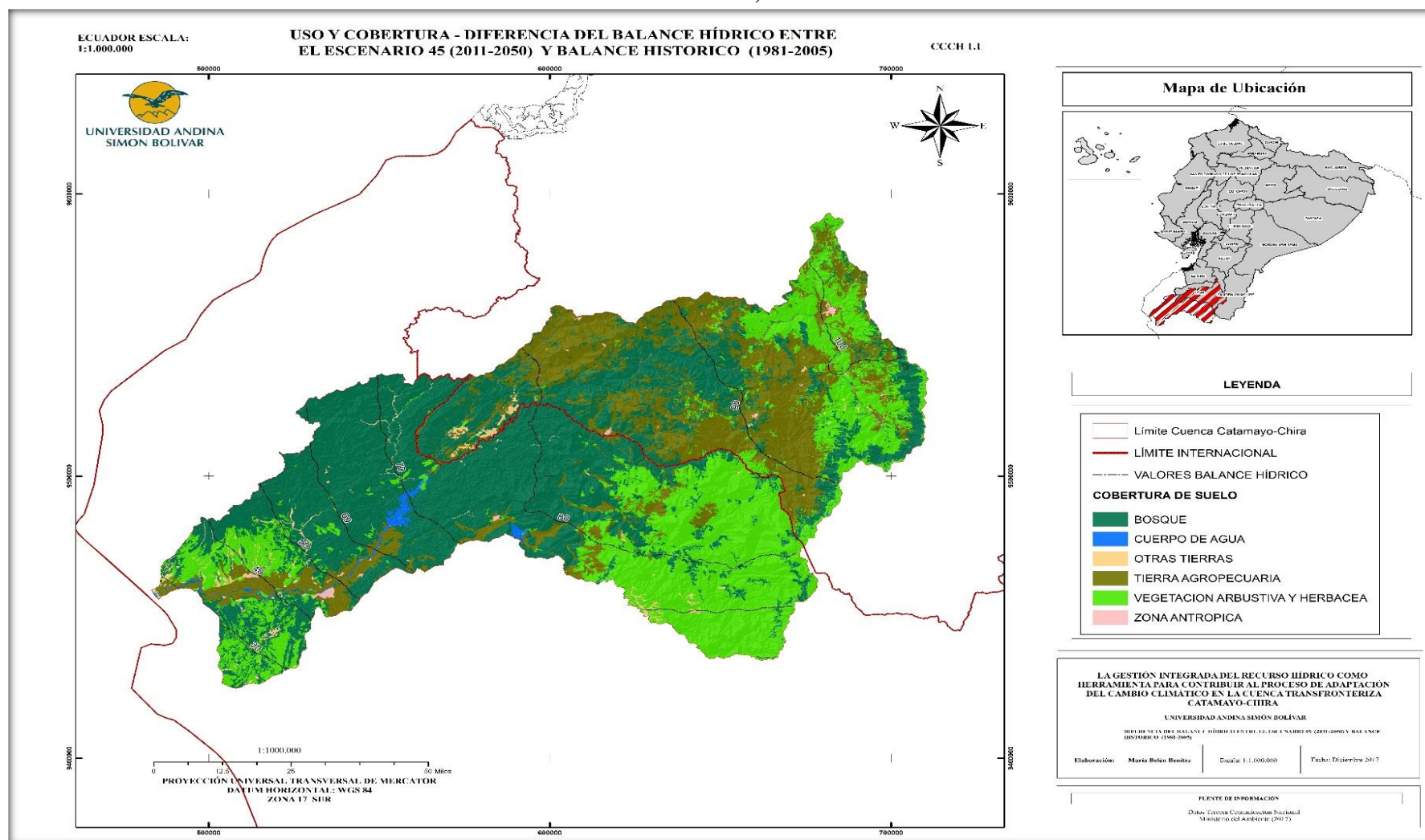


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 36

Diferencia entre el Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico histórico (Uso y cobertura de suelo)

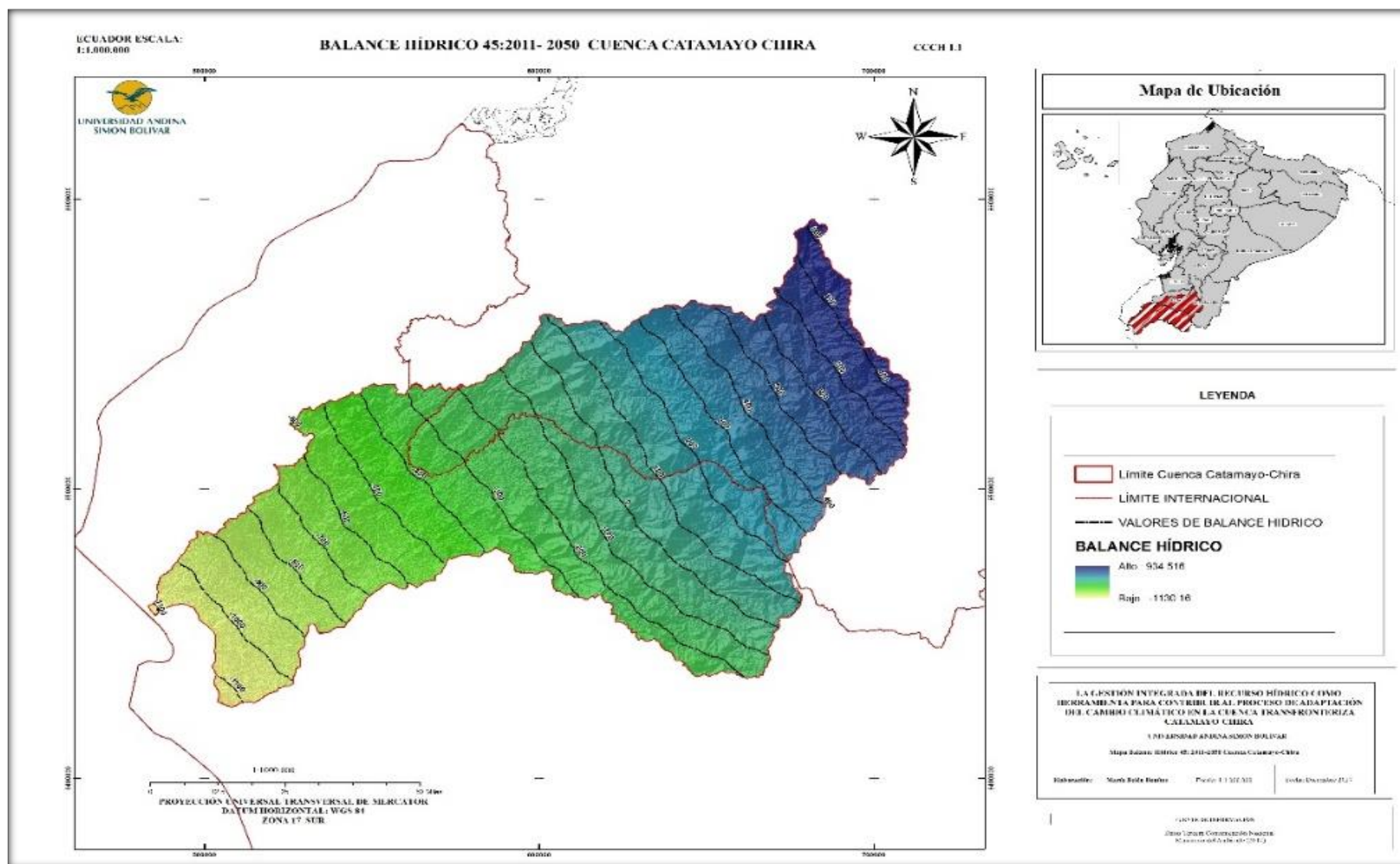


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 27

Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050

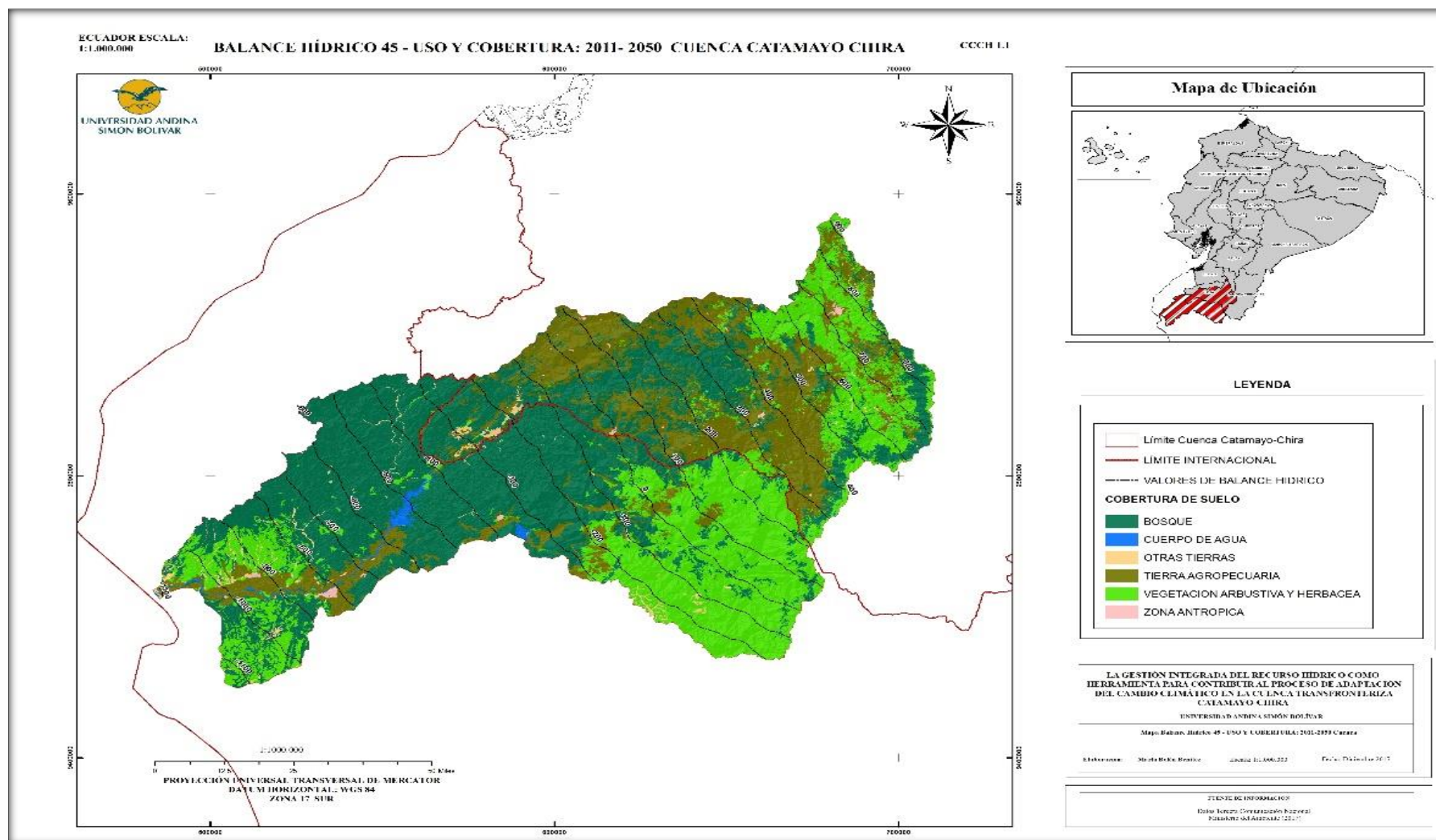


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 38

Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 4.5 para el periodo 2011-2050 Uso Cubertura de Suelo

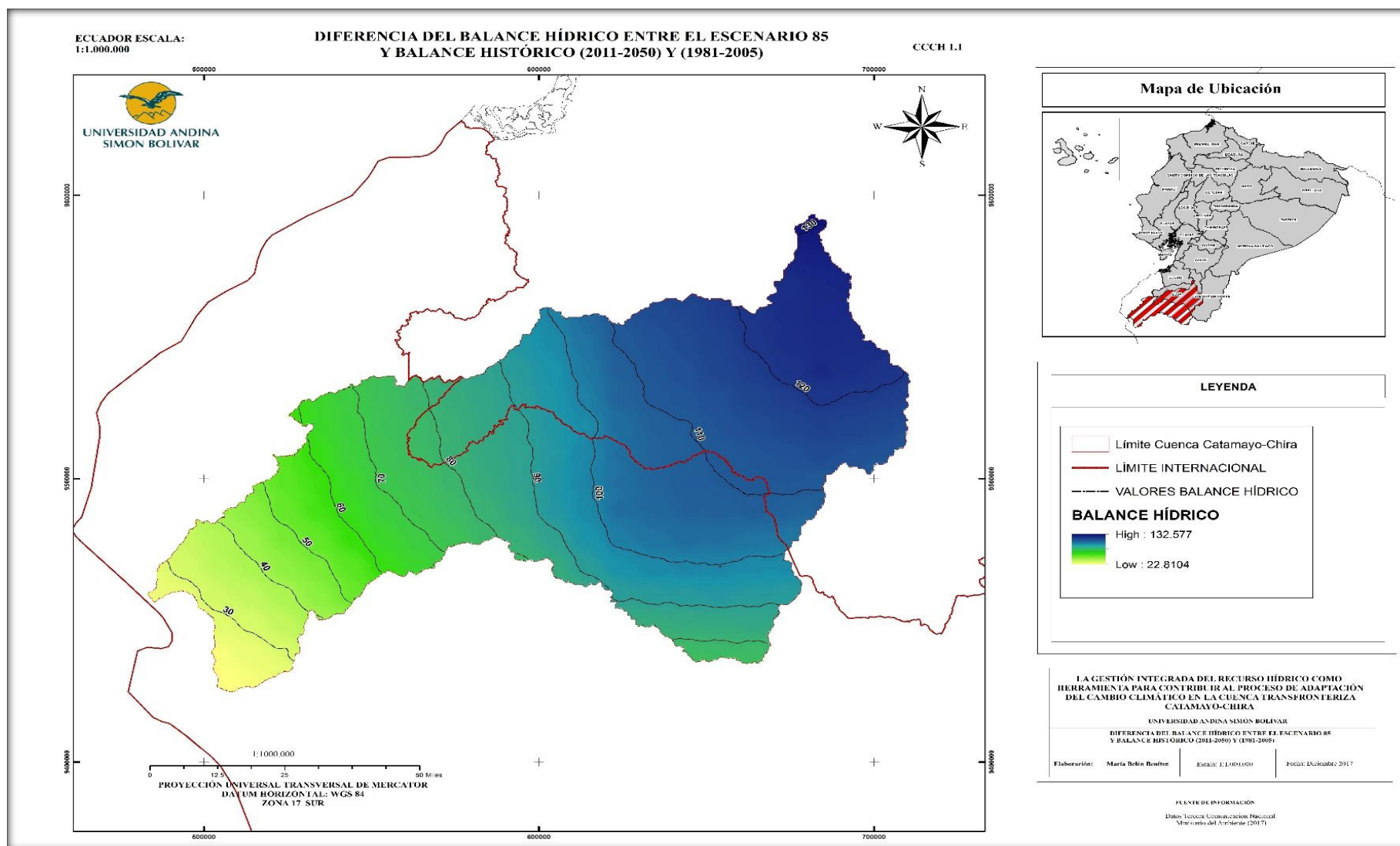


Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 39

Diferencia entre el Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico histórico

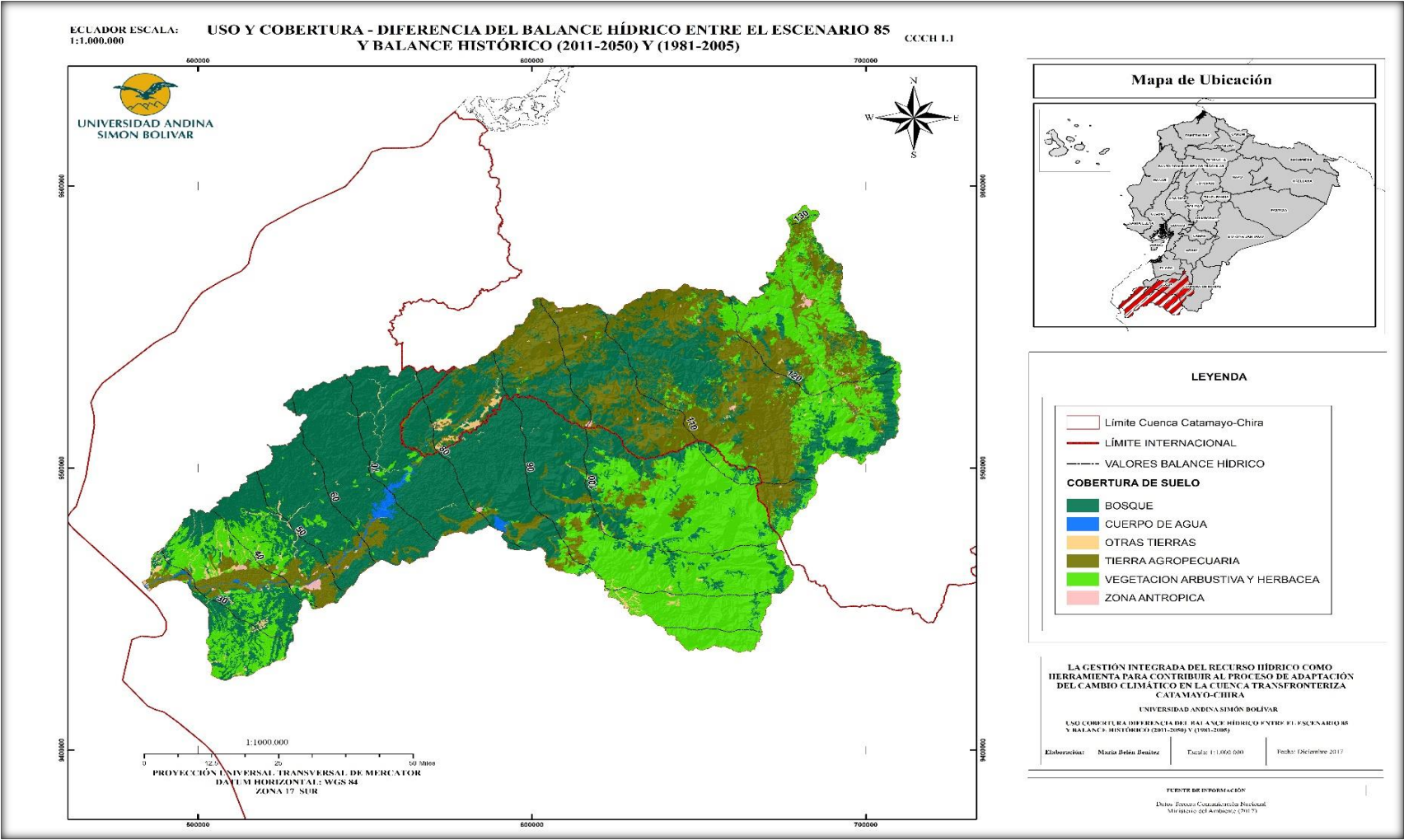


Fuente: MAE 201

Elaboración propia

Mapa 40

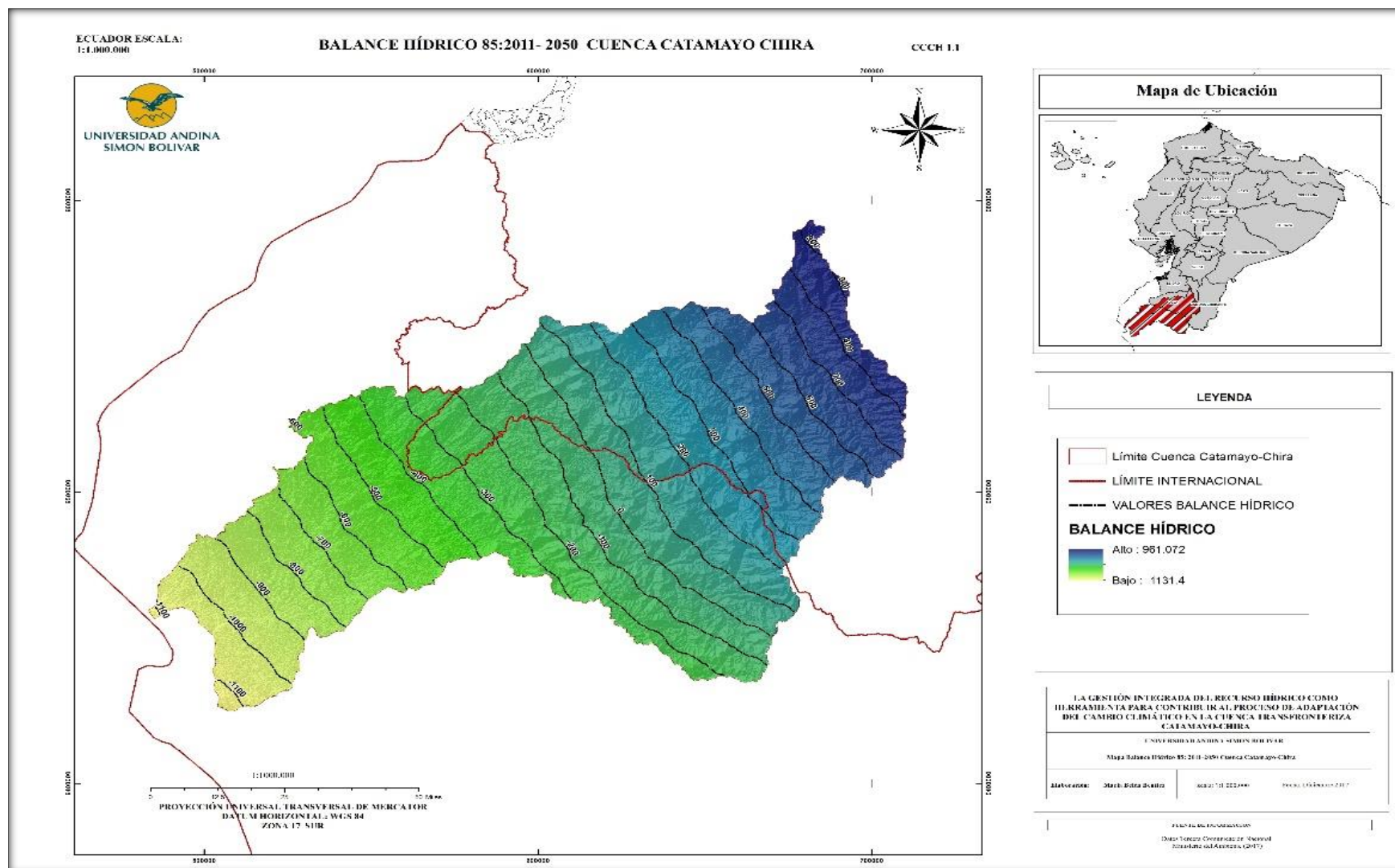
Diferencia entre el Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 y el Balance Hídrico histórico (Uso y cobertura de suelo)



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Mapa 41
Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050

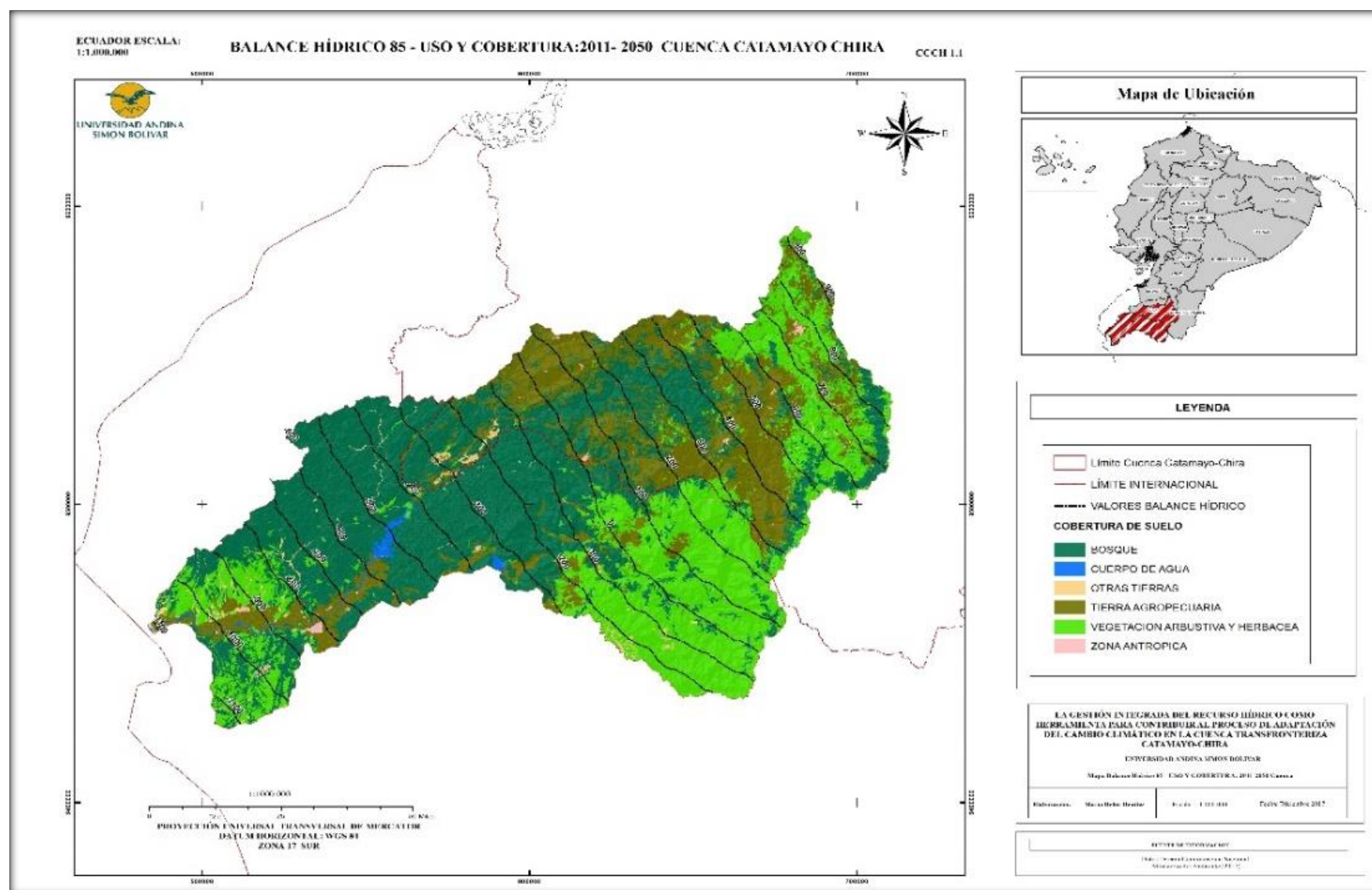


Fuente: MAE 201

Elaboración propia

Mapa 42

Balance Hídrico proyectado bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2011-2050 Uso Cubertura de Suelo



Fuente: MAE 2017

Elaboración propia

Anexo 4

Matriz de encuestas cualitativas sobre la GIRH en la cuenca transfronteriza Catamayo-Chira

Encuesta
Gestión integral del recurso hídrico – Adaptación al cambio climático

La presente encuesta se enmarca en una investigación universitaria para una tesis de Maestría sobre adaptación al cambio climático de la Universidad Andina Simón Bolívar. Tal tesis se dedica a la gestión integral de los recursos hídricos como herramienta de adaptación al cambio climático en la cuenca fronteriza Catamayo-Chira, compartida entre Ecuador y Perú. Dentro del análisis de la investigación están estudiadas varias problemáticas como la gobernanza, los sistemas de información, la planificación y economía para la GIRH en un contexto de cambio climático a través de los marcos legales y regulatorios, de la participación ciudadana de parte y parte de la frontera, sino también de la cooperación fronteriza. Todos los análisis planteados responderán a la hipótesis de investigación siguiente ¿Es la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) una herramienta para contribuir a la adaptación del Cambio Climático en la Cuenca Transfronteriza Catamayo-Chira?

La encuesta esta direccionada a actores de la GIRH en la cuenca, en particular desde el punto de vista de las autoridades nacionales respectivas y entes de cooperación para la Gestión del recurso hídrico en cada país (ANA-Perú, SENAGUA-Ecuador). El análisis de las siguientes preguntas será de gran aporte para la realización de la presente investigación.

ACTORES ENCUESTADOS CUENCA CATAMAYO-CHIRA				
PAÍS	NOMBRE	INSTITUCIÓN	CARGO	FECHA
Ecuador	Marcelo Narváez Campaña	Secretaría del Agua (SENAGUA)	Analista de Cultura y Participación Social del Agua	27 de Noviembre del 2017
Ecuador	Darwin Muñoz Vidal	Secretaría del Agua (SENAGUA)	Analista Técnico de Recursos Hídricos Demarcación Hidrográfica Puyango-Catamayo	13 de diciembre de 2017
Perú	Hanny María Quispe Guzmán	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Especialista en Gestión de Recursos Hídricos Transfronterizos	29 de noviembre de 2017
Perú	Carlos Miguel Cabrejos Vásquez	Instituto Regional de Apoyo a la Gestión de los Recursos Hídricos (IRAGER)	Vicepresidente IRANGER	06 de diciembre de 2017
Perú	Paul John Viñas Olaya	Nature And Culture International	Coordinador Regional – Piura	27 de noviembre de 2017
Ecuador	Juan Carlos Romero	PROYECTO GIRHT Zarumilla, Catamayo-Chira-Puyango-Tumbes (GEF-PNUD/ANA-SENAGUA)	Ex Coordinador Binacional proyecto (GEF-PNUD/ANA-SENAGUA)	22 de noviembre de 2017
Ecuador	Baltazar Calvas	ECOCENCAS (OI Agua)	Analista ECOCENCAS (OI Agua)	17 de diciembre 2017

ENCUESTA DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO – ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO				
TEMÁTICA	PREGUNTAS			
Marco Conceptual De La GIRH	¿Cómo definiría la Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH) y sus pilares?	¿Dentro de su marco regulatorio se encuentra evocada la GIRH? (mencione los artículos)	¿En su opinión, están aplicados en su país los pilares de la GIRH que usted mencionó en su respuesta a la pregunta 1? Explique de qué manera se encuentran implementados en las cuencas de su país, a lo largo del tiempo?	En el caso que sea así explique ¿Cuál es, según usted, el enfoque de la GIRH dentro del su marco regulatorio?
El Estado de la GIRH en la Cuenca Catamayo-Chira	¿Cuál es la situación (económica, social, ambiental y política) actual de la Cuenca Catamayo-Chira?	¿Qué acciones se han tomado en la cuenca Catamayo-Chira relacionadas a la GIRH? Mencione las acciones que se han realizado a lo largo del tiempo a nivel nacional y transfronterizo	Cree usted que existe gobernanza eficiente dentro de la Cuenca Catamayo-Chira?	¿Cuáles son los desafíos que se mantienen para la GIRH en la cuenca Catamayo –Chira?
GIRH y Cambio Climático en la Cuenca Catamayo-Chira	¿Cuáles son los impactos provocados por el cambio climático en los recursos hídricos de la cuenca Catamayo-Chira? Evidencie los impactos	¿Se han realizado acciones de adaptación a tales impactos en la cuenca Catamayo-Chira?	¿Cree usted que el fomento de la Gestión Integrada del Recurso hídrico a nivel nacional y binacional puede ser considerado como una medida de adaptación en sí?	¿Se han realizado acciones de GIRH a nivel transfronterizo por la afectación del cambio climático en la cuenca Catamayo-Chira?

Fuente: SENAGUA, ANA 2017

Elaboración propia